

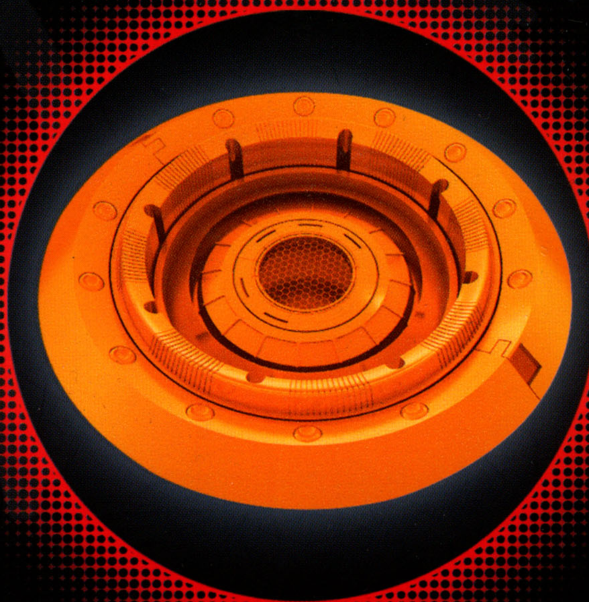
CAD/CAM/CAE工程应用丛书 AutoCAD系列

AutoCAD Mechanical 机械设计从入门到精通

◎ 刘 娜 李 波 等编著

本书核心内容包含

- AutoCAD Mechanical机械设计基础
- AutoCAD与AutoCAD Mechanical的制图图元工具
- AutoCAD与AutoCAD Mechanical的图元编辑工具
- AutoCAD与AutoCAD Mechanical尺寸和符号的标注
- AutoCAD Mechanical的增强操作
- AutoCAD Mechanical的基本设置
- AutoCAD Mechanical的结构与浏览器
- 符号、明细栏和标题栏
- AutoCAD Mechanical动态块的创建与应用
- AutoCAD Mechanical工具集的基本操作
- 常用联接件工具集
- 其他结构件工具集
- AutoCAD Mechanical的计算与有限元分析
- AutoCAD Mechanical的三维建模应用





附赠超值 DVD 光盘

- 全书实例涉及的范例素材和最终效果
- 全程带语音讲解的多媒体教学演示







机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



VISIT…

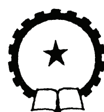
LANZAROTE

Caliente.com

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书 · AutoCAD 系列

AutoCAD Mechanical 机械设计从入门到精通

刘　娜　李　波　等编著



机 械 工 业 出 版 社

本书采用命令讲解与实例教学相结合的方式，由浅入深地讲述了使用AutoCAD Mechanical软件进行机械设计的操作方法及设计技巧。全书共14章，包括AutoCAD Mechanical机械设计基础，AutoCAD与AutoCAD Mechanical的制图图元工具，AutoCAD和AutoCAD Mechanical的图元编辑工具，AutoCAD和AutoCAD Mechanical尺寸和符号的标注，AutoCAD Mechanical的增强操作，AutoCAD Mechanical的基本设置，AutoCAD Mechanical的结构与浏览器，符号、明细表和工程图标题栏，AutoCAD Mechanical动态块的创建与应用，AutoCAD Mechanical工具集的基本操作，常用联接件工具集，其他结构件工具集，AutoCAD Mechanical的计算与有限元分析，AutoCAD Mechanical的三维建模应用。

本书适合AutoCAD Mechanical初、中级用户阅读，包括机械绘图人员等，同时也可作为中职中专、高职高专等院校及相关专业的辅导教材。本书配套DVD光盘包含全书部分实例的素材和源文件，以及主要实例的视频教学软件。

图书在版编目（CIP）数据

AutoCAD Mechanical机械设计从入门到精通 / 刘娜等编著. —北京：机械工业出版社，2014.9

（CAD/CAM/CAE工程应用丛书）

ISBN 978-7-111-50433-7

Ⅰ. ①A… Ⅱ. ①刘… Ⅲ. ①机械设计－计算机辅助设计－AutoCAD软件 Ⅳ. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第120413号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）

策划编辑：张淑谦　　责任校对：张艳霞

责任编辑：张淑谦

责任印制：李　洋

保定市中画美凯印刷有限公司印刷

2015年6月第1版 • 第1次印刷

184mm×260mm • 27印张 • 665千字

0001－3000册

标准书号：ISBN 978-7-111-50433-7

ISBN 978-7-89405-785-3（光盘）

定价：75.00元（含1DVD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：（010）88361066	机 工 官 网：www.cmpbook.com
读者购书热线：（010）68326294	机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
（010）88379203	教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版	金　书　网：www.golden-book.com

出 版 说 明



随着信息技术在各领域的迅速渗透，CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用，从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式，对推动现有企业的技术改造，带动整个产业结构的变革，发展新兴技术，促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早，使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计，而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发，以保持自己在技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在工程技术中的应用，不但可以提高设计质量，缩短工程周期，还可以节省大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程技术中的重要性，掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧，已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而，仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的，只有将计算机技术和工程实际结合起来，才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑，机械工业出版社特别推出了主要面向相关行业工程技术人员的"CAD/CAM/CAE 工程应用丛书"。本套丛书涉及 AutoCAD、Creo、UG、SolidWorks、Mastercam、ANSYS 等软件在机械设计、性能分析、制造技术方面的应用，以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本套丛书立足于基本概念和操作，配以大量具有代表性的实例，并融入了作者丰富的实践经验，使得丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点，是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前　　言

一、学习 AutoCAD Mechanical 软件的理由

Autodesk 针对不同行业开发了各行业专用的版本和插件，其中，在机械设计与制造行业中它们发行了 AutoCAD Mechanical 版本。AutoCAD Mechanical 是面向制造业的设计与绘图软件，它包含了二维 CAD 设计软件 AutoCAD 的所有功能，并包含全面的标准零件库和强大的工具，能够实现常见机械 CAD 任务的自动化，并加快机械设计流程。

之前的 AutoCAD Mechanical Desk Top，现在已经改名为 AutoCAD Mechanical，它是 AutoCAD 在机械行业的 CAD 专用软件，是一款以 AutoCAD 软件为平台进行二次开发的软件。

从 AutoCAD 基础上开发 AutoCAD Mechanical 有以下十大理由，所以大家应该优先选择 AutoCAD Mechanical 软件来进行学习、设计和制造。

1）700 000 个标准零件和特征。

2）面向制造业的扩展绘图工具栏。

3）强大的智能尺寸标注功能。

4）可重复使用的详图绘制工具。

5）支持通用的各种绘图标准。

6）关联的引出序号与 BOM（即物料清单）表。

7）图层管理。

8）消隐线。

9）机构生成器与计算器。

10）CAD 系统之间的数据交换。

二、本书结构和内容

全书以 AutoCAD Mechanical 版本为基础，全面系统地讲解了用 AutoCAD Mechanical 软件进行机械工程图设计与绘制的方法，并通过具体的操作实例进行操作演练。本书各章的主要内容见下表。

章号	章　　名	主 要 内 容
第 1 章	AutoCAD Mechanical 机械设计基础	AutoCAD Mechanical 软件基础、AutoCAD Mechanical 2013 的新特性、系统要求与安装方法、系统环境设置、样板文件的建立、AutoCAD Mechanical 工程图框的定制、工程图纸的分类
第 2 章	AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 的制图图元工具	AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 相同的制图工具、AutoCAD Mechanical 特有的增强制图工具、联接轴的绘制练习
第 3 章	AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 的图元编辑工具	AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 相同的图元编辑工具、AutoCAD Mechanical 增强的图元编辑工具、结构件的绘制练习
第 4 章	AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 尺寸和符号的标注	机械图标注概述、AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 相同的标注工具、AutoCAD Mechanical 增强的标注工具、调节件的标注练习
第 5 章	AutoCAD Mechanical 的增强操作	AutoCAD Mechanical 的增强编辑操作、增强复制操作、增强删除操作、增强调用操作、增强视图操作、模板的联接操作练习

（续）

章号	章　名	主 要 内 容
第 6 章	AutoCAD Mechanical 的基本设置	AutoCAD Mechanical 的图层设置、AutoCAD Mechanical 的捕捉设置、插入外部参照和外部参照设置
第 7 章	AutoCAD Mechanical 的结构与浏览器	AutoCAD Mechanical 结构的概述、AutoCAD Mechanical 浏览器、AutoCAD Mechanical 结构的创建、AutoCAD Mechanical 的设计导航模式、AutoCAD Mechanical 零部件的准备、零部件的插入、零部件的编辑、虚拟件和参照零部件、通过零部件来创建连接板练习
第 8 章	符号、明细栏和工程图标题栏	符号、零件参照和 BOM 表、序号、孔特征图表和配合列表、工程图标题栏和更改栏、活动件孔特征及图框的创建
第 9 章	AutoCAD Mechanical 动态块的创建与应用	动态块的概述、动态块各种应用操作、销钉动态块应用练习
第 10 章	AutoCAD Mechanical 工具集的基本操作	工具集的概述、工具集库、工具集管理器、新建工具集、工具集编辑器、工具集更改表示法、更新工具集、新建工具集的实例操作练习
第 11 章	常用联接件工具集	孔、紧固件和螺纹联接、钻孔套筒、轴用零部件和轴生成器、轴生成器的应用练习
第 12 章	其他结构件工具集	型材的应用、弹簧的应用、链条/皮带的应用、凸轮的应用
第 13 章	AutoCAD Mechanical 的计算与有限元分析	惯性矩的应用、预定义的轮廓截面、挠度线的应用、轴计算的应用、螺纹计算、轴承计算、有限元分析
第 14 章	AutoCAD Mechanical 的三维建模应用	三维图概述、三维视图、三维建模、泵体三维模型的创建

三、本书的读者对象

1）特别适合教师和学生。

2）各类计算机培训班及工程培训人员。

3）各专业的工程师和设计人员。

4）对 AutoCAD Mechanical 设计软件感兴趣的读者。

5）可作各高等院校及高职高专师生的辅助设计教材。

四、附赠 DVD 光盘内容

本书配套光盘除包括全书所有实例的源文件外，还提供了高清语音视频教学，在互相交流 QQ 高级群（15310023）的共享文件中，提供了 AutoCAD Mechanical 软件的一些资料以及软件的下载、安装和注册方法。

五、学习 AutoCAD Mechanical 软件的方法

其实 AutoCAD Mechanical 辅助设计软件是很好学的，可通过多种方法执行某个工具或命令，如工具栏、命令行、菜单栏、面板等。但是，学习任何一项软件技术，都需要坚持实践和自我思考。

1）制定目标、克服盲目。由于每个层次（初级、中级、高级、专业级）的读者对知识的接收能力是不同的，所以要制定好学习目标，不能盲目。同时，期望不能过高，否则会带来一定的负面影响。

2）循序渐进、不断积累。遵循从易到难，从基础到高端，从练习到应用的原则。及时总结，并积极的探索与思考。

3）提高认识、加强应用。对所学内容的深度应做适当区分。对于初级用户来讲，熟练



掌握 AutoCAD Mechanical 的基本操作即可；对于软件的中级用户来讲，可以跳过基础知识，用一些简单的图进行演练，以达到加深巩固基础知识的目的；对于软件的高级用户来讲，可以直接绘制全套的装配图，从中学习与提高。

4）熟能生巧、自学成才。学习任何一门新的软件技术，都应该多练习，在练习过程中不断提高自己的领悟能力。

5）巧用 AutoCAD Mechanical 帮助文件。由于 AutoCAD Mechanical 软件提供了强大完善的帮助功能，碰到难点或不明白的地方，直接按 F1 键即可启动帮助文档，文档内容包括学习资源与教程、资源下载、链接论坛和博客、各类命令、变量、难点等，为初次接触 AutoCAD Mechanical 的用户提供了有力的帮助指导。

6）活用网络解决问题。读者在学习的过程中，如碰到一些疑难问题，可一一记录下来，之后通过网络搜索引擎（如百度等）查找解决方法，或者将问题发布到网站、论坛、QQ 群中，寻求其他人的解答，这样就可在最短的时间内搜索资料并解决疑问。

六、本书创作团队

本书主要由刘娜、李波编写，参与本书编写的人员还有师天锐、刘升婷、王利、刘冰、李友、郝德全、王洪令、汪琴、张进、徐作华、姜先菊、王敬艳、李松林、冯燕、黎铮等。

为与软件保持一致，书中涉及的机械名词术语及单位均没有按照最新国标进行修改，读者如有需要请自行查询，由此带来的不便还望谅解。希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们（邮箱：helpkj@163.com　QQ 高级群: 329924658、15310023）。书中疏漏与不足之处，敬请专家和读者批评指正。

编　者

目 录

出版说明
前言
第 1 章 AutoCAD Mechanical 机械设计基础 ··· 1
1.1 AutoCAD Mechanical 的基础 ··· 2
1.1.1 AutoCAD Mechanical 概述 ··· 2
1.1.2 AutoCAD Mechanical 的特点 ··· 2
1.1.3 AutoCAD Mechanical 的四大优势 ··· 3
1.2 AutoCAD Mechanical 2013 的新特性 ··· 4
1.2.1 对设计修改工具的增强 ··· 4
1.2.2 对工具集库的增强 ··· 5
1.2.3 对增强尺寸标注的增强 ··· 5
1.2.4 对符号的增强 ··· 6
1.2.5 对模型文档的支持 ··· 7
1.3 AutoCAD Mechanical 的启动方法与操作界面 ··· 7
1.4 AutoCAD Mechanical 的图层 ··· 9
1.4.1 AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 管理图层方法的区别 ··· 9
1.4.2 自动特性管理 ··· 11
1.5 AutoCAD Mechanical 的系统环境设置 ··· 11
1.6 样板文件的建立 ··· 13
1.6.1 样板文件概述 ··· 13
1.6.2 AutoCAD Mechanical 样板文件的建立 ··· 14
1.7 AutoCAD Mechanical 图框的定制 ··· 16
1.8 工程图的分类 ··· 17
1.8.1 产品图 ··· 18
1.8.2 零件图 ··· 18
1.8.3 装配图 ··· 20
第 2 章 AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 的制图图元工具 ··· 23
2.1 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 相同的制图图元工具 ··· 24
2.1.1 直线的绘制 ··· 24
2.1.2 点的绘制 ··· 24
2.1.3 射线和多线的绘制 ··· 25
2.1.4 修订云线的绘制 ··· 26
2.1.5 圆的绘制 ··· 26
2.1.6 圆弧的绘制 ··· 27
2.1.7 椭圆及圆环的绘制 ··· 28
2.1.8 多段线的绘制 ··· 28
2.1.9 正多边形的绘制 ··· 29
2.1.10 样条曲线的绘制 ··· 30
2.2 AutoCAD Mechanical 特有的增强制图工具 ··· 30
2.2.1 AutoCAD Mechanical 对称线的绘制 ··· 30
2.2.2 AutoCAD Mechanical 中心线的绘制 ··· 32
2.2.3 矩形 ··· 33
2.2.4 AutoCAD Mechanical 剖切线和锯齿线的绘制 ··· 37
2.2.5 AutoCAD Mechanical 局部详图和局部剖切线的绘制 ··· 39
2.2.6 AutoCAD Mechanical 中自动插入局部详图 ··· 41
2.2.7 AutoCAD Mechanical 的图案填充 ··· 44
2.2.8 AutoCAD Mechanical 边界的使用 ··· 46
2.2.9 AutoCAD Mechanical 中投影的开/关设置 ··· 47

2.2.10 AutoCAD Mechanical 构造线的绘制……48
2.2.11 AutoCAD Mechanical 射线/直线的转换……53
2.2.12 AutoCAD Mechanical 中追踪轮廓……53
2.2.13 AutoCAD Mechanical 使轮廓线可见……54

第 3 章 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 的图元编辑工具……59

3.1 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 相同的图元编辑工具……60
3.1.1 对象的复制……60
3.1.2 对象的镜像……60
3.1.3 对象的偏移……61
3.1.4 对象的阵列……62
3.1.5 对象的移动……63
3.1.6 对象的旋转……63
3.1.7 对象的拉伸……64
3.1.8 对象的拉长……64
3.1.9 对象的修剪……65
3.1.10 对象的延伸……65
3.1.11 对象的打断……66
3.1.12 对象的分解……66
3.2 AutoCAD Mechanical 增强的图元编辑工具……66
3.2.1 AutoCAD Mechanical 的关联消隐……66
3.2.2 AutoCAD Mechanical 的二维消隐……69
3.2.3 AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 的删除操作……70
3.2.4 移动、复制和旋转……71
3.2.5 AutoCAD Mechanical 的增强操纵器……73
3.2.6 AutoCAD Mechanical 的比例缩放……75
3.2.7 AutoCAD Mechanical 的合并单元……77
3.2.8 AutoCAD Mechanical 的倒角操作……78
3.2.9 AutoCAD Mechanical 的圆角操作……80

第 4 章 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 尺寸和符号的标注……86

4.1 机械图标注概述……87
4.1.1 尺寸标注的基本要求……87
4.1.2 尺寸标注的基本规则……87
4.2 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 相同的标注工具……87
4.2.1 水平标注和垂直标注……87
4.2.2 弧长的标注……89
4.2.3 半径的标注……90
4.2.4 半径的折弯标注……90
4.2.5 直径的标注……91
4.2.6 角度的标注……91
4.2.7 基线和连续的标注……92
4.2.8 文字的标注……93
4.3 AutoCAD Mechanical 增强的标注工具……95
4.3.1 AM 标准……95
4.3.2 AutoCAD Mechanical 增强尺寸标注……96
4.3.3 AutoCAD Mechanical 多重标注操作……99
4.3.4 AutoCAD Mechanical 的旋转线性标注……101
4.3.5 AutoCAD Mechanical 的倒角标注……102
4.3.6 AutoCAD Mechanical 标注对象的编辑……103

第 5 章 AutoCAD Mechanical 的增强操作……113

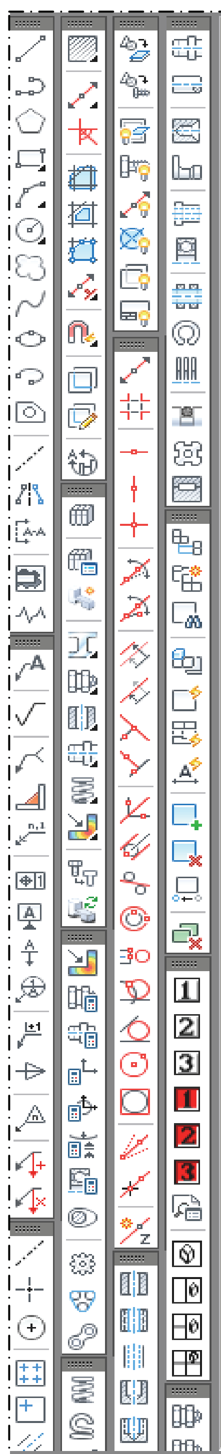
5.1 AutoCAD Mechanical 增强编辑操作……114
5.2 AutoCAD Mechanical 增强复制操作……115

5.3 AutoCAD Mechanical 增强删除操作 ······ 116
5.4 AutoCAD Mechanical 增强调用操作 ······ 117
5.5 AutoCAD Mechanical 增强视图操作 ······ 118
第 6 章 AutoCAD Mechanical 的基本设置 ······ 123
6.1 AutoCAD Mechanical 的图层设置 ······ 124
6.1.1 Mechanical 图层管理器 ······ 124
6.1.2 AutoCAD Mechanical 的基本图层命令 ······ 125
6.1.3 标准零件的开/关 ······ 126
6.1.4 构造线的开/关 ······ 126
6.1.5 构造线的锁定/解锁 ······ 127
6.1.6 零件参照图层的开/关 ······ 127
6.1.7 标题栏图层的开/关 ······ 127
6.1.8 视口图层的开/关 ······ 128
6.1.9 隐藏线的开/关 ······ 129
6.2 AutoCAD Mechanical 的捕捉设置 ······ 129
6.2.1 AutoCAD Mechanical 的增强捕捉设置 ······ 130
6.2.2 AutoCAD Mechanical 的虚拟交点 ······ 133
6.2.3 AutoCAD Mechanical 的相对点 ······ 133
6.2.4 AutoCAD Mechanical 的矩形中心 ······ 134
6.2.5 AutoCAD Mechanical 的两点间的中点 ······ 136
6.2.6 AutoCAD Mechanical 图元过滤器的开/关 ······ 137
6.2.7 AutoCAD Mechanical 忽略 Z 坐标的开/关 ······ 138
6.3 插入外部参照和外部参照设置 ······ 138
6.3.1 插入外部参照 ······ 138
6.3.2 外部参照设置 ······ 140
第 7 章 AutoCAD Mechanical 的结构与浏览器 ······ 141
7.1 AutoCAD Mechanical 结构的概述 ······ 142
7.1.1 AutoCAD Mechanical 结构的优点 ······ 142
7.1.2 AutoCAD Mechanical 结构的注意事项 ······ 142
7.1.3 AutoCAD Mechanical 结构的空间界面 ······ 143
7.1.4 AutoCAD Mechanical 的目录结构 ······ 144
7.2 AutoCAD Mechanical 的浏览器 ······ 148
7.3 AutoCAD Mechanical 结构的创建 ······ 151
7.4 AutoCAD Mechanical 的设计导航模式 ······ 155
7.5 AutoCAD Mechanical 零部件的准备 ······ 157
7.5.1 零件命令的执行方法 ······ 157
7.5.2 创建零部件 ······ 157
7.5.3 创建视图 ······ 158
7.5.4 创建文件夹 ······ 159
7.5.5 创建注释视图 ······ 160
7.6 零部件的插入 ······ 162
7.7 零部件的编辑 ······ 168
7.7.1 复制定义 ······ 168
7.7.2 替换定义 ······ 169
7.7.3 编辑对象 ······ 170
7.8 虚拟件和参照零部件 ······ 171
7.8.1 虚拟件 ······ 171
7.8.2 外部化 ······ 171
7.8.3 参照零部件 ······ 173
第 8 章 符号、明细栏和标题栏 ······ 180
8.1 符号 ······ 181

8.1.1 表面结构参数概述 …… 181
8.1.2 表面结构的评定参数 …… 182
8.1.3 标注表面粗糙度的图形符号 …… 183
8.1.4 “表面粗糙度”对话框 …… 186
8.1.5 焊接概述 …… 188
8.1.6 焊缝符号 …… 189
8.1.7 “焊接符号”对话框 …… 191
8.1.8 “焊接表示法”命令 …… 194
8.1.9 固定联接 …… 194
8.1.10 公差与配合 …… 196
8.1.11 “形位公差符号”对话框 …… 200
8.1.12 基准标识符号 …… 203
8.1.13 形状识别符号 …… 204
8.1.14 基准目标符号 …… 206
8.1.15 边 …… 207
8.1.16 锥度和斜度 …… 209
8.1.17 标记/戳记 …… 211
8.2 零件参照和 BOM 表 …… 212
8.2.1 零件参照 …… 212
8.2.2 编辑零件参照 …… 214
8.2.3 部件特性 …… 215
8.2.4 BOM 表数据库 …… 215
8.2.5 明细栏 …… 218
8.3 序号 …… 221
8.3.1 引出序号 …… 221
8.3.2 合并引出序号 …… 225
8.3.3 重编引出序号 …… 225
8.3.4 重新组织引出序号 …… 226
8.4 孔特征图表和配合列表 …… 227
8.4.1 创建孔特征图表 …… 227
8.4.2 配合列表 …… 230
8.5 工程图标题栏和更改栏 …… 232
8.5.1 “工程图标题栏/边框”命令 …… 232
8.5.2 在标题栏中插入打印日期 …… 234
8.5.3 视口/缩放区域 …… 234
8.5.4 更改栏开/关 …… 237
8.5.5 增加一个更改栏 …… 237
8.5.6 更新更改栏 …… 238
8.5.7 其他常用功能 …… 239
第 9 章 AutoCAD Mechanical 动态块的创建与应用 …… 245
9.1 动态块概述 …… 246
9.2 动态块各种应用操作 …… 247
9.3 动态块的应用——销钉 …… 258
第 10 章 AutoCAD Mechanical 工具集的基本操作 …… 267
10.1 工具集概述 …… 268
10.2 工具集库 …… 269
10.3 工具集管理器 …… 270
10.4 新建工具集 …… 273
10.5 工具集编辑器 …… 275
10.5.1 工具集编辑器概述 …… 275
10.5.2 工具集编辑器的选项 …… 275
10.5.3 工具集编辑的技巧 …… 277
10.6 工具集更改表示法 …… 277
10.7 更新工具集 …… 278
第 11 章 常用联接件工具集 …… 286
11.1 孔 …… 287
11.1.1 通孔和盲孔 …… 287
11.1.2 螺纹通孔和螺纹盲孔 …… 288
11.1.3 外螺纹 …… 289
11.1.4 螺纹末端 …… 290
11.1.5 沉头孔和倒角孔 …… 292
11.1.6 锥形外螺纹和锥形内螺纹 …… 293
11.1.7 通槽和盲槽 …… 296
11.2 紧固件和螺纹联接 …… 297
11.2.1 螺栓、垫圈和螺母 …… 298
11.2.2 销 …… 301
11.2.3 铆钉 …… 305
11.2.4 螺塞、油嘴和密封圈 …… 307
11.2.5 螺纹联接 …… 310
11.2.6 螺纹模板 …… 316
11.3 钻孔套筒 …… 318
11.3.1 “钻孔套筒”命令 …… 319
11.3.2 “带孔钻孔套筒”命令 …… 319
11.4 轴用零部件和轴生成器 …… 320

11.4.1　打断操作……320
11.4.2　中心孔和退刀槽……321
11.4.3　滑动轴承和滚动轴承……323
11.4.4　挡圈、锁紧挡圈和环形垫片……325
11.4.5　密封件……328
11.4.6　轴用锁紧螺母……328
11.4.7　平键/半圆键……329
11.4.8　轴生成器……331
第 12 章　其他结构件工具集……344
12.1　型材的应用……345
12.2　弹簧的应用……346
12.2.1　压缩弹簧……347
12.2.2　拉伸弹簧……349
12.2.3　扭转弹簧……350
12.2.4　碟形弹簧……352
12.3　链条/皮带的应用……353
12.3.1　长度计算……354
12.3.2　绘制链轮/皮带轮……357
12.3.3　绘制链条/皮带链节……360
12.4　凸轮的应用……365
12.4.1　凸轮概述……365
12.4.2　凸轮命令的执行方法……366
第 13 章　AutoCAD Mechanical 的计算与有限元分析……373
13.1　惯性矩的应用……374
13.2　预定义的轮廓截面……375
13.3　挠度线的应用……376
13.4　轴计算的应用……379
13.5　螺纹计算……386
13.6　轴承计算……387
13.7　有限元分析……389
第 14 章　AutoCAD Mechanical 的三维建模应用……396
14.1　三维图概述……397
14.2　三维视图……397
14.2.1　三维笛卡儿坐标系……398
14.2.2　三维坐标形式……398
14.2.3　新建 UCS 坐标……399
14.2.4　三维视图……401
14.2.5　三维视觉样式……402
14.3　三维建模……403
14.3.1　三维建模的形式……403
14.3.2　绘制和编辑三维实体……404
14.3.3　绘制和编辑三维曲面……406
14.3.4　绘制和编辑网格曲面……407

第 1 章



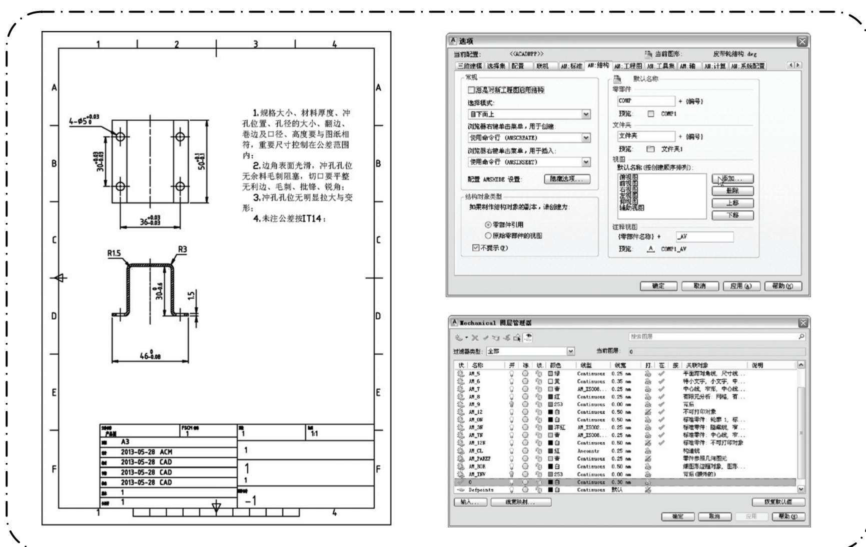
AutoCAD Mechanical 机械设计基础

内容摘要

AutoCAD Mechanical 是面向制造业的 AutoCAD 软件，它包括 AutoCAD 的所有功能，并添加了一系列全面的、专门用于提高机械工程图绘制效率的工具。

学习本章读者应了解和掌握以下知识。

- AutoCAD Mechanical 的基础
- AutoCAD Mechanical 2013 的新增功能
- AutoCAD Mechanical 2013 的安装和注册方法
- AutoCAD Mechanical 2013 的操作界面及空间的切换
- AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 中图层的区别与自动特性管理
- AutoCAD Mechanical 2013 样板文件的建立方法
- AutoCAD Mechanical 中工程图框的定制与图纸的分类



1.1 AutoCAD Mechanical的基础

1 了解

AutoCAD（Auto Computer Aided Design）是美国 Autodesk（欧特克）公司于 1982 年研发的计算机辅助设计软件，主要用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计。AutoCAD 具有广泛的适应性，它可以在各种操作系统支持的微型计算机和工作站上运行，现已经成为国际上广为流行的绘图工具之一。针对不同的行业，Autodesk 公司在 AutoCAD 的基础上又开发了不同行业专用的版本和插件，在机械设计与制造行业中发行了 AutoCAD Mechanical（机械）版本。

 1.1.1 AutoCAD Mechanical 概述

要在当今的设计市场竞争中赢得胜利，工程师需要以更快的速度创建和修改机械工程图。AutoCAD Mechanical 是面向制造业的设计与绘图软件，它包含了二维 CAD 设计软件 AutoCAD 的所有功能以及全面的标准零件库和强大的工具库，能够实现常见机械 CAD 任务的自动化，并加快机械设计流程。

AutoCAD Mechanical 2013 版的操作界面如图 1-1 所示。

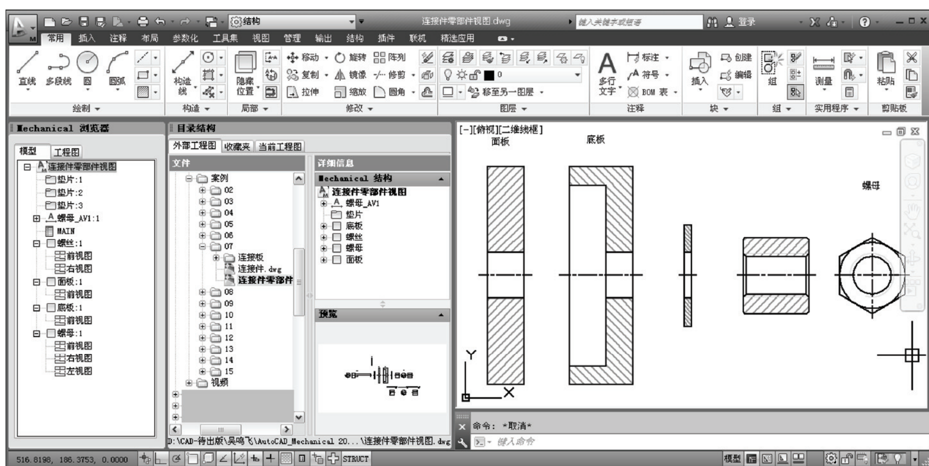


图 1-1　AutoCAD Mechanical 2013 版操作界面

AutoCAD Mechanical 可以与 Autodesk 数据管理软件的密切集成，利于高效安全地交流设计数据，便于设计团队与制造团队及早开展协作，从而帮助企业避免可能的错误与延迟交付。各个团队都可以利用免费的软件来管理和跟踪数字样机中的所有零部件（审核、测量、标记与跟踪设计变化），从而更好地重复利用关键的设计数据、管理 BOM（物料清单）表，加强与其他团队及合作伙伴之间的协作。

 1.1.2 AutoCAD Mechanical 的特点

之前的 AutoCAD Mechanical Desk Top（MDT）。现在已经改名为 AutoCAD Mechanical，

它是 AutoCAD 在机械专业上的 CAD 姐妹软件，是一款以 AutoCAD 软件为平台进行二次开发的软件。

相对于 AutoCAD 软件来讲，AutoCAD Mechanical 软件具有以下特点。

1）700 000 个标准零件和特征。

2）面向制造业的扩展绘图工具栏。

3）强大的智能尺寸标注功能。

4）可重复使用的详图绘制工具。

5）支持通用的各种绘图标准。

6）关联的引出序号与 BOM 表。

7）图层管理。

8）消隐线。

9）机构生成器与计算器。

10）CAD 系统之间的数据交换。



1.1.3 AutoCAD Mechanical 的四大优势

AutoCAD Mechanical 与 AutoCAD 软件相比，其优势主要体现在以下几个方面。

1．最大程度提高用户的工作效率

机械设计通常要花费大量时间手工完成，而 AutoCAD Mechanical 提供了一个面向制造业的简化制图环境，可以帮助用户自动完成很多绘图任务，直接提高工作效率。对于重复性的设计变更工作，AutoCAD Mechanical 为 AutoCAD 用户提供了诸多可大幅提高工作效率的工具，可减少与这类任务相关的工作量。此外，强大的尺寸标注工具使添加、删除与编辑尺寸的过程变得更快、更轻松。为了节约时间，AutoCAD Mechanical 还提供了一系列几乎可用于机械设计流程所有环节的专用工具。

2．减少错误与矛盾

在绘制机械工程图时，工程师有时会因一时疏忽而造成设计错误或设计不一致，从而浪费大量时间和金钱。AutoCAD Mechanical 拥有包含逾 700 000 种标准零件和特征的零件库，支持通用的各种绘图标准，让用户能够满足所有设计要求。AutoCAD Mechanical 还支持设计人员在熟悉的 AutoCAD 制图环境中，基于原始的模型创建工程图，这种关联的工作流程能够自动将图样与三维模型同步，从而减少错误与不一致性，节省大量时间。在设计与文档处理过程中明确、一致的沟通，可以帮助团队成员避免在生产环节出现延迟与错误。

3．更加高效地管理设计数据

设计一旦完成，与负责产品采购及制造的团队共享准确的设计与零件信息就十分重要。使用并非针对这些任务的软件，常常意味着需要手工完成关键的明细栏和 BOM 表制作，即使是很小的设计更改，手工作业也可能产生错误，造成产品交付延迟。

4．面向制造业市场的数字样机

Autodesk 公司所提供的软件，能帮助企业客户在产品还没有真正生产之前体验其创意。通过为主流制造商提供强大的数字样机技术，Autodesk 正在改变制造商对设计流程的看法，可以帮助创建更加高效的工作流程。Autodesk 的数字样机方案是优秀的可扩展、可实现、经济高效的解决方案，支持为数众多的制造商在几乎不改变现有工作流程的前提下享受到数字样机带来的益处，以直观的方式在多种工程环境中创建和维护单个数字模型。

1.2 AutoCAD Mechanical 2013的新特性

1 了解

相比于之前的版本，AutoCAD Mechanical 2013 增加了一些新的特性，包括对设计修改工具的增强、对工具集库的增强、对尺寸标注的增强、对符号的增强和对模型文档的支持。



1.2.1 对设计修改工具的增强

设计修改工具所增加的新特性，主要是对十字中心线绘制的改进和增加“约束推断”。

1．十字中心线绘制的改进

在之前版本中，十字中心线是使用 4 条点画线绘制而成的，当编辑十字中心线时，经常会导致不可预测的结果。

现在则使用 2 条点画线绘制十字中心线，这样能确保中心线始终是直线，使十字中心线符合绘图标准，如图 1-2 所示。

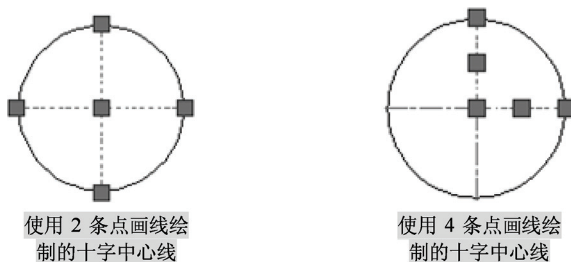


图 1-2 十字中心线绘制改进

如果需要，可以通过将“AMCR2SEG”系统变量设置为“1”而将中心线重置为传统画法。

2．增加“推断约束”

AutoCAD Mechanical 几何图形创建命令经过增强，可以支持推断约束。启用“推断约束”后，将推断各种几何约束（用于维持对象形状以及在采用中心线的情况下，维持其与基础对象的关系），如图 1-3 所示。

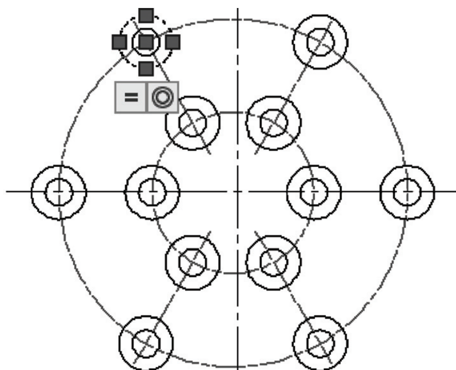


图 1-3 推断约束



1.2.2 对工具集库的增强

AutoCAD Mechanical 2013 对附带的标准工具集库进行了改进，其中包含以下标准零件。

1）紧固件/垫圈/锥形垫圈：DIN 6917:1978、DIN 6918:1990、DIN 6918:1990。

2）型材/轧钢/冷弯内卷边槽钢：JIS G 3350:2009。

3）型材/圆管：JIS G 3452:2010。



1.2.3 对增强尺寸标注的增强

相对于以前版本，AutoCAD Mechanical 2013 对尺寸标注的增强主要有两点：一是可以同时编辑多个尺寸标注；二是可以追踪解除关联的尺寸标注。

1．同时编辑多个尺寸标注

用户可以选择多个尺寸标注，并采用编辑单个尺寸标注的方式对其进行编辑。

选择要编辑的标注后，AutoCAD Mechanical 会立即显示“增强尺寸标注”功能区上下文选项卡。此上下文选项卡会显示选定标注的特性，并提供可对其进行更改的方法。当选择多个尺寸标注时，上下文选项卡将显示在所有选定尺寸标注中具有相同值的特性值，不同的特性值将指示为处于混合（或“变化”）状态。如果更改特性值，则更改将应用于所有选定的标注。

2．追踪解除关联的尺寸标注

尺寸标注会出于多种原因而失去关联性。例如，如果在图的轮廓线和孔之间放置尺寸标注，并且在更改模型期间删除了孔，则该尺寸标注将失去关联性。一项名为“注释监视器”的新功能可以跟踪由于图更改而拆离（即解除关联）的标注。当注释监视器处于打开状态时，监视器将通过在标注的旁边显示标记来亮显已拆离的标注。用户右键单击标记以显示一个菜单，其中包含用于解决该问题的相关选项。如果需要，可以通过关闭注释监视器来隐藏标记，如图 1-4 所示。

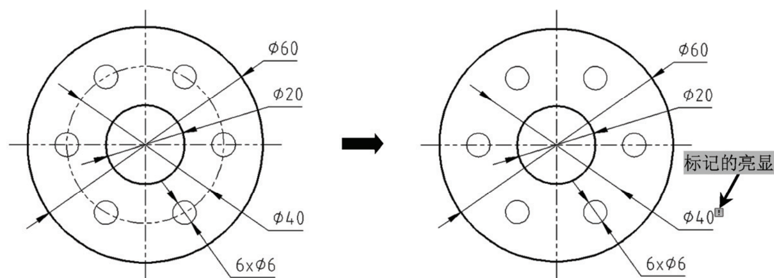


图 1-4　追踪解除关联的尺寸标注



1.2.4　对符号的增强

相对于以前版本，AutoCAD Mechanical 2013 对绘制符号的注释工具进行三方面的修改，即表面粗糙度符号、引线注释和符号附着行为。

1．表面粗糙度符号

AutoCAD Mechanical 2013 对表面粗糙度符号进行了修改，可以支持通过更高版本的“ISO”“DIN”“BS”“GB”和“JIS”标准来实施功能。支持的修订包括：

1）BS EN ISO 1302—2002。

2）DIN EN ISO 1302 —2002。

3）GB/T 131—93。

4）ISO 1302：2002(E)。

5）JIS B 0031：2003（ISO 1302：2002）。

根据这些改进，“AMSURFSYM”命令支持命令行选项来绘制表面指引线，因此，用户不再局限于将表面粗糙度要求标注在轮廓线或指引线上。现在，可以在俯视图中的表面上引出标注表面粗糙度要求，并且该命令还支持向单个符号添加多个表面指引线，如图 1-5 所示。

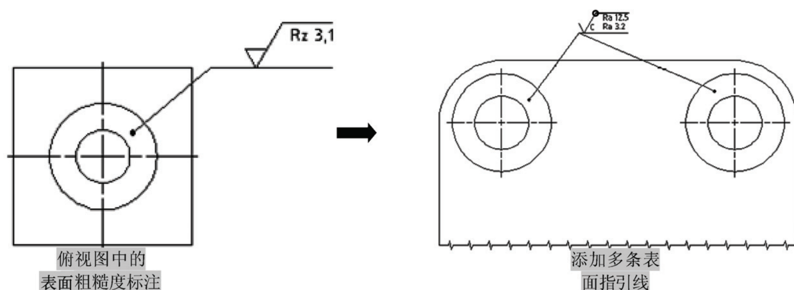


图 1-5　表面粗糙度符号的改进

2．引线注释

引线注释修改后可以识别从“Inventor 模型”生成的模型文档视图中的沉头平面孔（即圆柱头用沉孔）。

“AMNOTE”命令支持一个名为“孔/沉头平面孔”新模板类别，默认模板适用于所有支持的绘图标准，应用于沉头孔的参照也将应用到沉头平面孔。

3．符号附着行为

修改后符号可以附着到模型文档中视图的边上，当移动图时，所有附着的符号也会随之

移动（模型文档是一种使用户可以从 AutoCAD 和 Autodesk Inventor 三维模型生成关联性二维图形的功能，也可以从多个非 Autodesk 三维模型生成非关联性二维图形）。

符号会出于多种原因而被拆离。例如，如果将符号附着到图的边上，那么由于更改模型，图中的边将被删除，并且符号也将被拆离。一项名为“注释监视器”的新功能可以跟踪由于图更改而被拆离的符号。当注释监视器处于打开状态时，监视器将通过在符号的旁边显示标记来亮显拆离的符号。用户右键单击标记以显示一个菜单，其中包含用于解决该问题的相关选项。如果需要，可以通过关闭注释监视器来隐藏标记。



1.2.5 对模型文档的支持

在 2013 版本中对模型文档进行了改进。例如，提升了模型文档的重要性（超过了“Inventor 链接”）。因此，其在默认情况下不再安装“Inventor 链接”。

与标注样式和引线样式类似，模型文档使用剖视图样式和局部视图样式来分别控制剖视图和局部视图的外观。用户可以从加载的任何绘图标准的剖视图设置中创建剖视图样式，同样，还可以从加载的任何制图标准的局部视图中创建局部视图样式。

1.3 AutoCAD Mechanical的启动方法与操作界面

1 掌握

当用户的计算机上已经成功安装并注册好 AutoCAD Mechanical 2013 软件后，即可启动并运行该软件。与大多数应用软件一样，要启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，可通过以下任意方法实现：

1）双击桌面上的“AutoCAD Mechanical 2013”快捷图标。

2）右击桌面上的“AutoCAD Mechanical 2013”快捷图标，从弹出的快捷菜单中选择“打开”命令。

3）单击桌面上的“开始”｜“程序”｜“Autodesk”｜“AutoCAD Mechanical 2013 – 简体中文”命令。

4）双击由 AutoCAD Mechanical 2013 所设计的图形文件（其扩展名为.dwg 文件），也可启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件。当然，在启动软件的同时也会打开该文件，如图 1-6 所示。

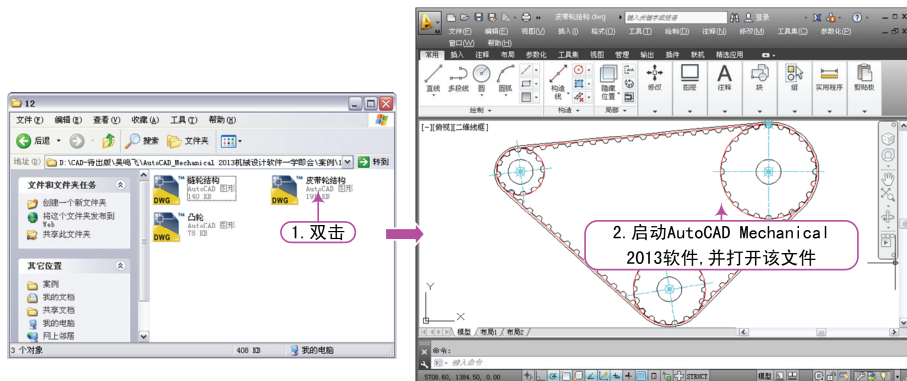


图 1-6　启动 AutoCAD Mechanical 2013 并打开文件

第一次启动 AutoCAD Mechanical 2013 后，会弹出“欢迎”窗口，从而可以新建、打开文件，并且能够通过视频教程了解 AutoCAD Mechanical 2013 的新特性及快速入门，如图 1-7 所示。

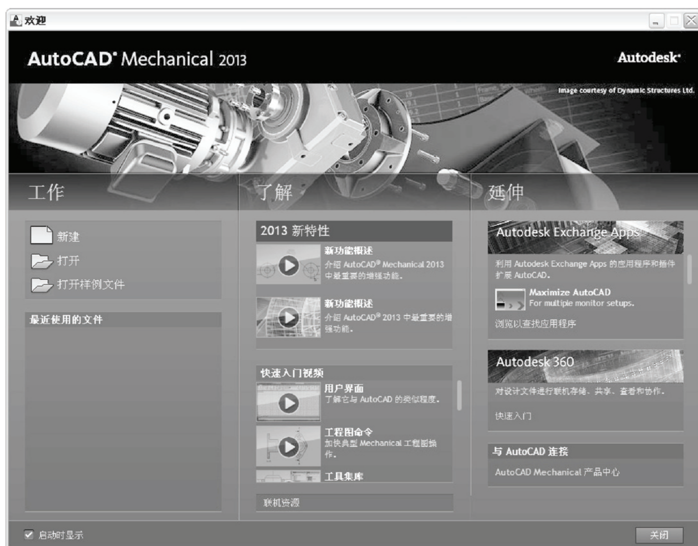


图 1-7　AutoCAD Mechanical 2013 的“欢迎”窗口

单击该窗口右上角的“关闭”按钮，或者右下角的“关闭”按钮，将进入 AutoCAD Mechanical 2013 的工作界面，默认情况下，系统会直接进入图 1-8 所示的“Mechanical”工作空间的界面。

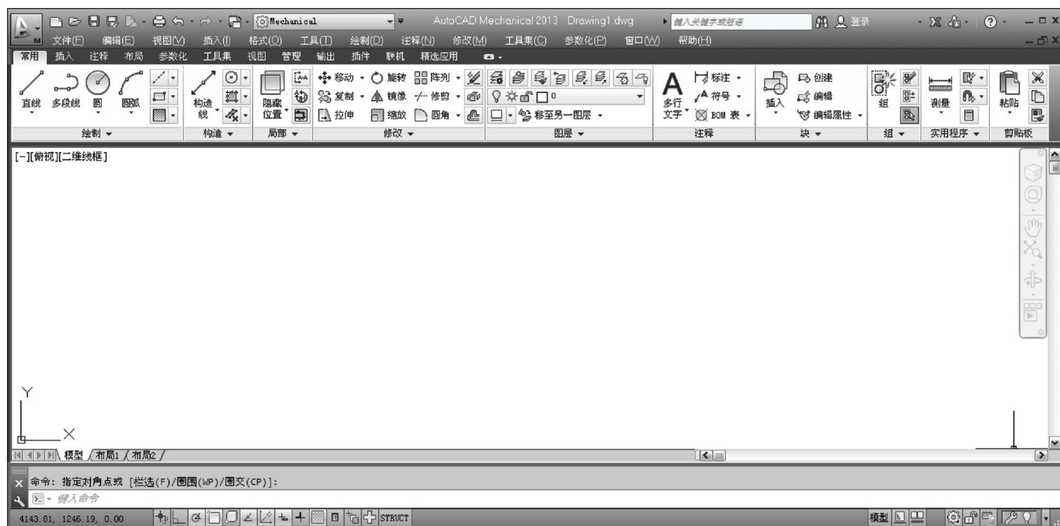


图 1-8　AutoCAD Mechanical 2013 工作空间界面

其实，同 AutoCAD 一样，AutoCAD Mechanical 2013 也提供了多种工作空间，并专门定制了“Mechanical”“结构”和“Mechanical 经典”空间，如图 1-9 所示。AutoCAD

Mechanical 2013 的工作界面和操作方法与 AutoCAD 大致一致，所以下面就不具体讲解 AutoCAD Mechanical 工作界面的各个元素特性了。

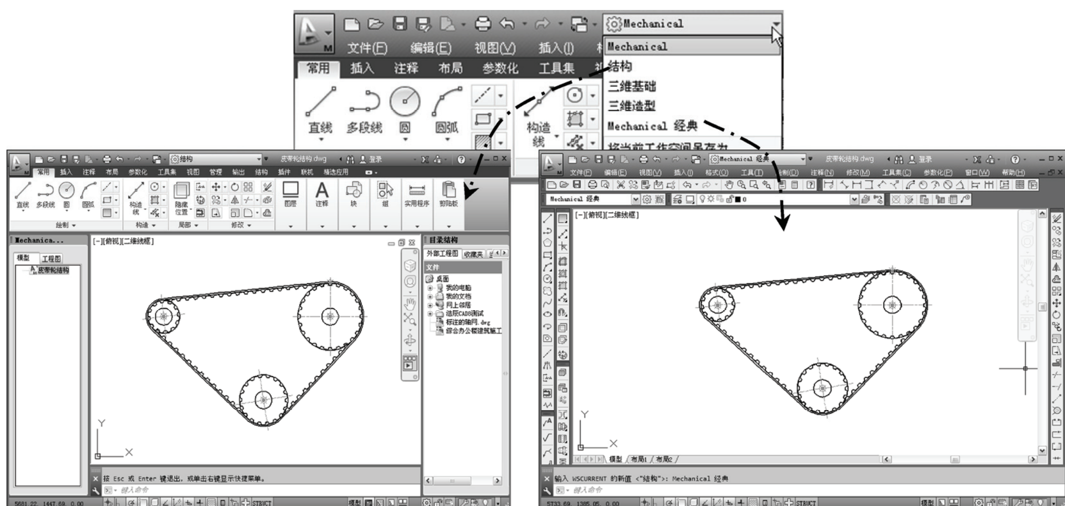


图 1-9 AutoCAD Mechanical 2013 的“结构”和“Mechanical 经典”工作空间

1.4 AutoCAD Mechanical的图层

1 掌握

图层是为了管理不同类别的图形而设置的，比如一个图形的轮廓线、中心线、虚线和标注分别放在不同的图层，当用户需要某个图层的时候，便可以让那个图层显示出来，并且通过图层管理器可分别设置每个图层中的图形对象的特性。



1.4.1 AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 管理图层方法的区别

AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 管理图层的方法存在一些重要区别。

AutoCAD 命令通常在当前图层上创建对象。因此，必须在创建对象前将与对象类型相对应的图层设置为当前图层，这还意味着用户必须预先创建图层并指定设置，例如颜色、线宽和线型。

AutoCAD Mechanical 使用称为“自动特性管理”的功能预先配置了命令，用以在特定图层上创建对象。无论将哪个图层设置为当前图层，这些命令都仅在预先定义的图层上创建几何图形（对象）。如果该图层不存在，命令将自动创建图层。图层颜色、线宽和线型等设置来自于称为图层定义的一组预配置的设置。

AutoCAD Mechanical 实时创建的图层称为“Mechanical 图层”。“amlayer”命令使用户能够看到“Mechanical 图层”和“图层定义”的列表。与“layer”命令允许用户更改图层特性的方法类似，“amlayer”命令允许用户更改“Mechanical 图层”的特性和图层定义。此外，“amlayer”命令可显示在每个图层上创建的对象。

另外，AutoCAD Mechanical 附带已默认指定给不同对象的 31 个图层定义，这些图层的

名称以“AM_”开始，后跟如下所述的数字或字母。

☑ 工作图层：图层“AM_0”到“AM_12”，几乎所有几何图形都是在工作图层上创建的。

☑ 标准零件图层：图层“AM_0N”到“AM_12N”，AutoCAD Mechanical 命令在这些图层上创建标准零件和特征。

☑ 特定图层：AM_BOR（用于工程图边框），AM_PAREF（用于零件参照），AM_CL（用于构造线），AM_VIEW（用于视口）和 AM_INV（用于不可见线）。

AutoCAD Mechanical 允许用户自定义每个对象类型的特性，以便 AutoCAD Mechanical 命令能够在用户选择的图层上（而不是在默认创建的图层上）创建它们。“Mechanical 图层管理器”对话框如图 1-10 所示。

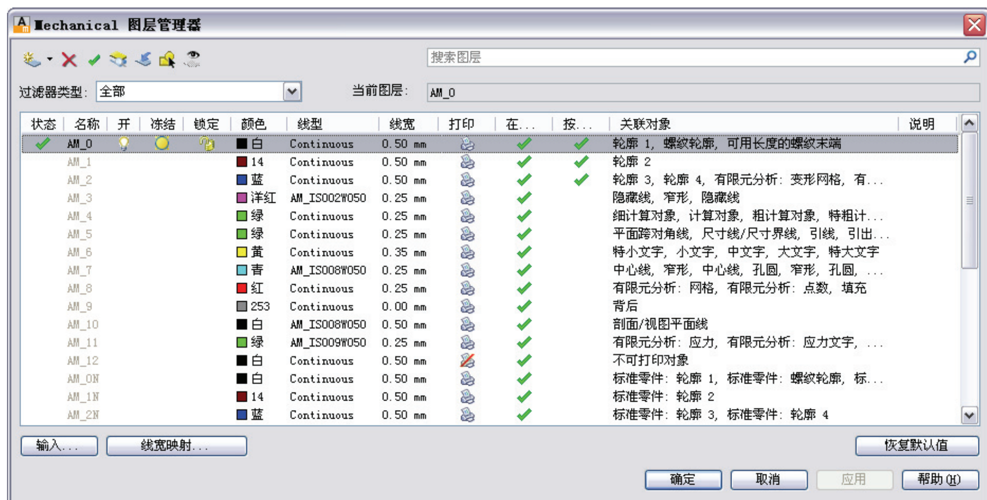


图 1-10 “Mechanical 图层管理器”对话框

使用“Mechanical 图层组”，用户可以进行如下操作。

1）将对象从一个图层组移动或复制到另一个图层组。

2）全局处理图层组中的单个图层，例如关闭剖面线，而不用管它是在哪个图层组中创建的。

3）设置图层组颜色，然后按图层组颜色替代各个图层的颜色。

4）锁定和冻结图层组以简化设计工作。

5）组合或堆叠各个图层组。

技巧提示 关于组织工程图

学习笔记



建议用户使用“Mechanical 结构”而不是“图层”来组织工程图。“Mechanical 结构”提供了比图层组更好更全面的工具组管理工程图组件，而图层组仅由于兼容性原因得以继续保留在产品中。



1.4.2 自动特性管理

自动特性管理是指每个 AutoCAD Mechanical 命令都检查“对象特性设置”的设置，并在执行期间接受这些设置。这样可以使每个命令“意识到”其他命令并智能地作用于绘图区域中的对象。

自动特性管理是实现 AutoCAD Mechanical 命令智能性的核心所在，每个命令都具有其处理对象特性设置的唯一逻辑。如果关闭自动特性管理，这些命令将停止检查对象特性设置，因此将失去围绕对象特性设置构建的智能性。

在启用“自动特性管理”后，AutoCAD Mechanical 命令将接受此设置并始终在预指定的图层上创建对象，如果图层不存在，则 AutoCAD Mechanical 命令将即时地创建图层，通过 AutoCAD Mechanical 命令以这种方式创建的图层称为“Mechanical 图层”。

由于“Mechanical 图层”是即时创建的，因此 AutoCAD Mechanical 提供了在被称为图层定义的图元的协助下，预定义“Mechanical 图层”及其特性的功能。与 AutoCAD 命令使用块定义来创建块引用的方式类似，AutoCAD Mechanical 命令使用图层定义来即时地创建图层。所有“Mechanical 图层”都具有相应的定义。

可以使用“amlayer”命令指定图层定义的特性，指定方式与使用“layer”命令指定图层特性的方式类似。

AutoCAD Mechanical 附带了多个预定义的“Mechanical 图层”，有些图层可以在若干个对象之间共享，而有些图层专用于特定对象。为实现在几个版本上进行最优使用，AutoCAD Mechanical 已尝试进行了默认图层指定，并且已进行了测试，但是，用户可能需要更改这些指定以满足公司的标准或客户要求。

有两种方法可以自定义图层指定，一是重命名现有图层以反映所用的标准，二是创建自己的“Mechanical 图层集”，并将其指定给对象。指定图层时，在与其他对象共享图层时要尽量小心。

例如，如果在构造线和填充图案之间共享一个图层，则每次关闭构造线时，也将隐藏填充图案。为了避免此类问题，建议用户不要在对象之间共享图层。如果必须共享图层，则应对必须相互配合的对象使用默认图层指定。

默认情况下，创建标准零件和特征的图层取决于将其插入图时的环境，AutoCAD Mechanical 使用复合算法选择图层。用户可以禁止 AutoCAD Mechanical 自动选择标准零件，并规定这些标准零件在预指定的“Mechanical 图层”上创建。

另外，虽然可以规定 AutoCAD Mechanical 在当前图层上创建标准零件，但是如果这样规定，AutoCAD Mechanical 命令将始终在当前图层上创建标准零件和特征。之后，更改到相应图层的责任就落在了用户的身上。因此，根据在特定图层上所绘制的对象而定的命令可能不能达到预期效果，所以建议将此设置保留为默认值“自动”。

1.5 AutoCAD Mechanical的系统环境设置

1 掌握

在 AutoCAD Mechanical 2013 环境中，使用 AutoCAD 的“选项”命令（op）可打开

AutoCAD Mechanical 2013“选项”对话框，即可看到 AutoCAD Mechanical 在“选项”对话框中增加了几个选项卡，用户可以通过在这些选项卡中设置相关的数据参数，以节省绘图时间。“AM：××”选项卡如图 1-11 所示。

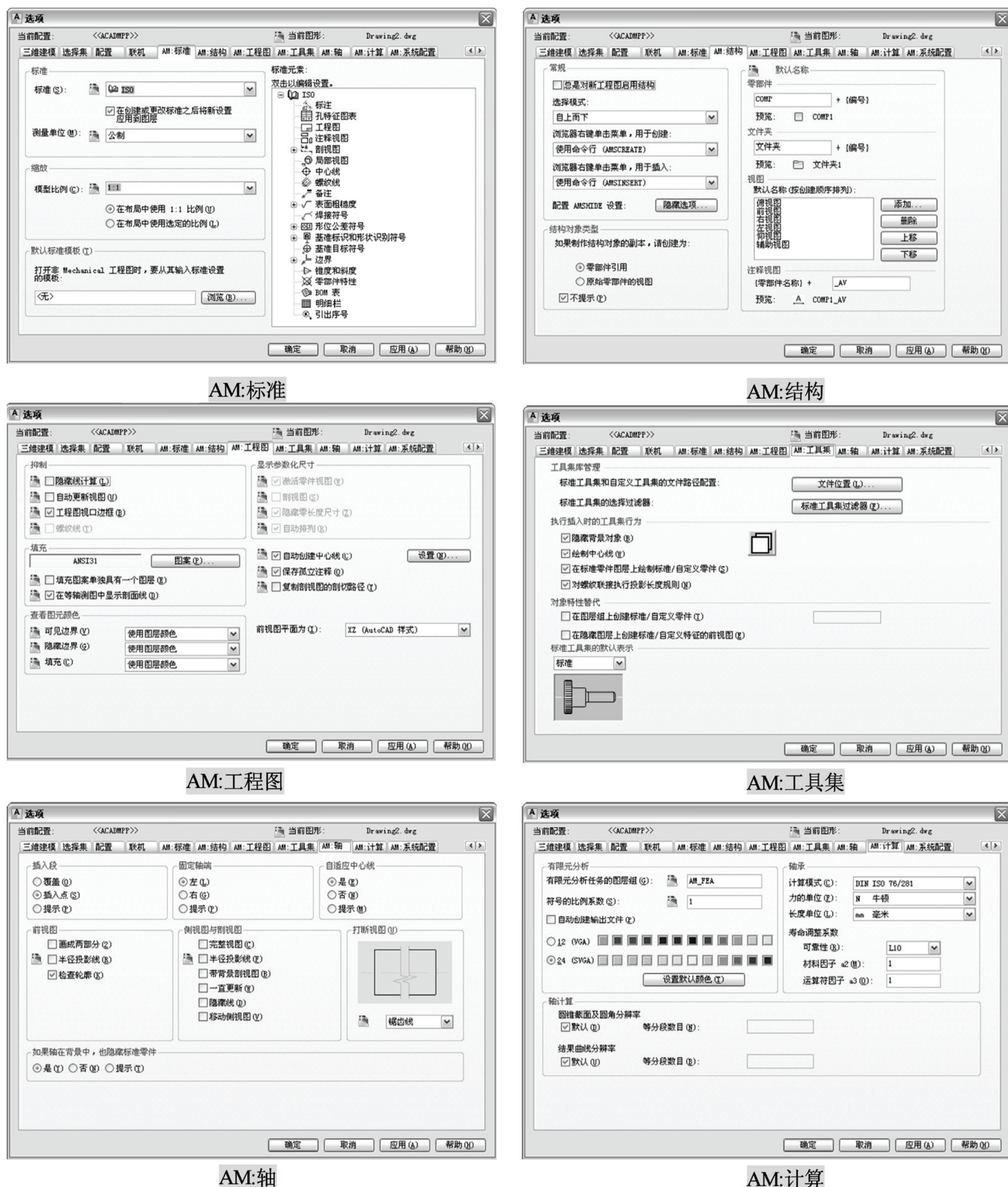


图 1-11 “AM：××”选项卡

☑ “AM:标准”选项卡：用来设置由指定制图标准所控制的配置，包括绘制标准、测量单位、缩放比例、默认标准模板、标准元素的设置等。

☑ “AM:结构”选项卡：用来设置有关 AutoCAD Mechanical 结构的系统配置，包括常

规结构设置、结构对象类型、默认名称和文件夹等。

☑ “AM:工程图”选项卡：用来设置和工程图有关的环境，包括抑制、填充、查看图元颜色等。

☑ “AM:工具集”选项卡：用来指定标准零件的工具集文件（并编辑它们）、执行插入时的工具集行为、显示内容等。

☑ “AM:轴”选项卡：在机械设计中，轴是一个比较复杂的零件，所以 AutoCAD Mechanical 专门设置此选项卡来让用户指定和轴有关的设置。

☑ “AM:计算”选项卡：用来为有限元分析、轴承和轴计算设置首选项。

此外，AutoCAD Mechanical 还对“系统配置”选项卡进行了加强，如图 1-12 所示。

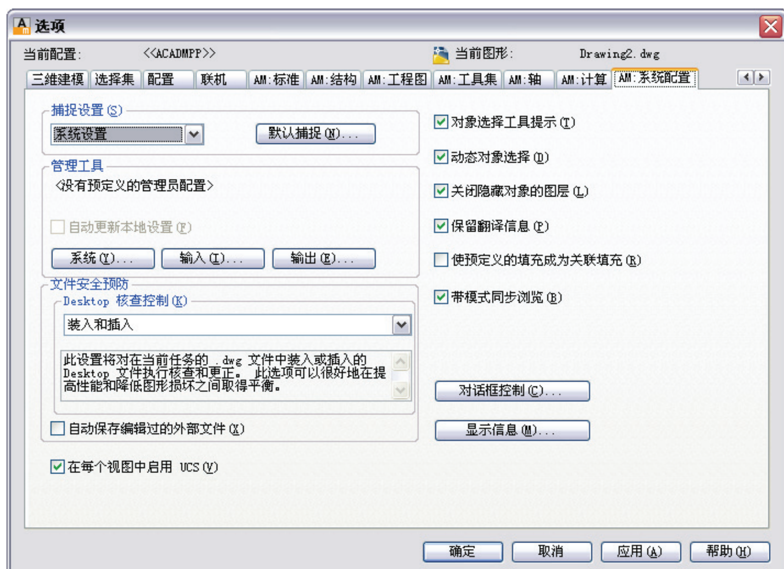


图 1-12 “AM：系统配置”选项卡

1.6 样板文件的建立

1 掌握

所谓样板文件，就是把每次绘图都要进行的各种重复性工作以样板文件的形式保存下来，在下一次绘图时，可直接使用样板文件的这些内容。这样可避免重复劳动，提高绘图效率，同时，保证了各种图形文件使用标准的一致性。

样板文件的内容通常包括图形界限、单位、图层、线型、线宽、文字样式、标注样式、表格样式和布局等设置以及绘制图框及标题栏。



1.6.1 样板文件概述

正常情况下，用户在画图过程中经常会遇到单位、图形界限、标注样式、文字样式、图层设置等都相同的情况。在这种情况下，如果每次画图都要重新设置是很麻烦的。对此可以把设置好以上样式的空白文件另存为“*.dwt”文件，下次绘图只要直接调用此样板文件，绘

制新图形，然后另存为用户所需的图形文件即可，这样可以大大提高工作效率。样板文件有两种来源：一是以已有的专业图形为样图，二是重新创建新样图。

正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件后，执行“新建”命令（open）将弹出一个“选择文件”对话框，对话框中提供了 AutoCAD Mechanical 的 10 种默认样板供用户选择，用户可以根据自己的需求选择相关样板，进入相关界面绘制图形，如图 1-13 所示。

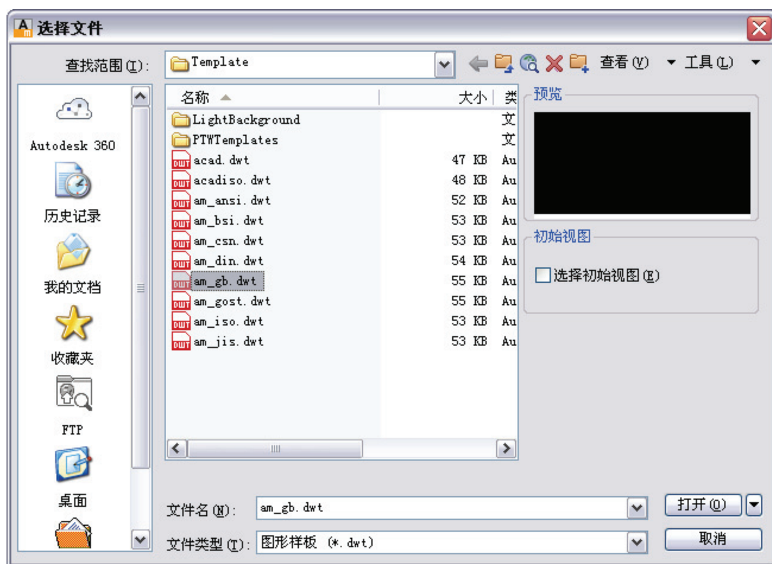


图 1-13 “选择文件”对话框

 1.6.2 AutoCAD Mechanical 样板文件的建立

尽管 AutoCAD Mechanical 中有很多种标准，但通常各个公司都会有自己的标准或规范，这就需要建立自己所需要的样板。

样板文件对企业规范产品设计和交流设计信息有着十分重要的意义，它首先要体现用户所要体现的要求和习惯，有时还要兼顾行业内的标准。

那么如何建立一个自己需要的样板文件？首先新建一个“dwg”格式的图样文件（也可以直接找到“dwt”文件的路径，直接打开“dwt”文件），然后在该图样中进行设置。一般情况下，样板文件设置的内容包括下面几个。

1. 图层设置

尽管 AutoCAD Mechanical 中已经设置了很多图层，但是，在用户新建一个图样文件时，这些图层并没有装载，那些预置的图层名称都是根据编号来命名的，不利于读图，致使图层的含义不能很快地表达给用户。为了充分利用这些系统提供的图层，可以把这些图层的名称改为用户能很快识别的名称，然后装载在样板文件里。选择“格式 | Mechanical 图层管理器”菜单命令，将打开“Mechanical 图层管理器”对话框，如图 1-14 所示，对相关图层进行修改，然后单击“确定”按钮退出图层修改。

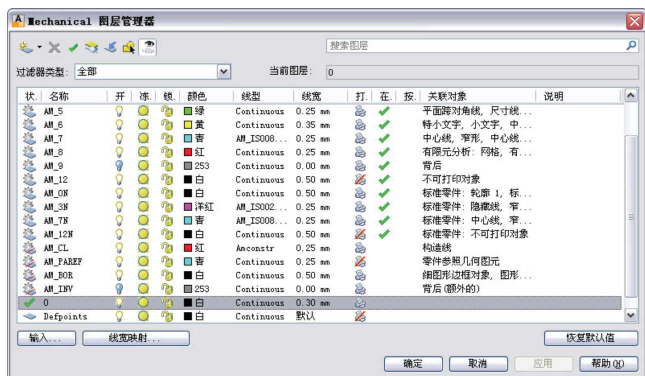


图 1-14 “Mechanical 图层管理器”对话框

2．单位设置

每一个行业都有自己的默认单位，每一个国家都有自己的单位标准。有时候，要插入外来标准件或外部块，如果不知道图样的测量单位，就会造成很多错误，所以，必须对工程图进行单位设置。执行“UN”命令，弹出“图形单位”对话框，用户可以进行相关设置，然后单击“确定”按钮退出，如图 1-15 所示。



图 1-15 “图形单位”对话框

3．标注设置

在绘制图样之前，通常是知道这张图的打印比例的，因此在绘图的时候就要使用合适的文字高度和标注样式。这样就可针对不同比例的图设置不同的标注样式，做成样板文件，然后在绘制不同比例图样时选择相应的样式即可。

执行“标注样式”命令（D），进入“标注样式管理器”对话框。如果要修改当前标注，则单击“修改”按钮；如果要新建一个标注样式，则单击“新建”按钮，进入“修改标注样式”对话框，如图 1-16 所示。

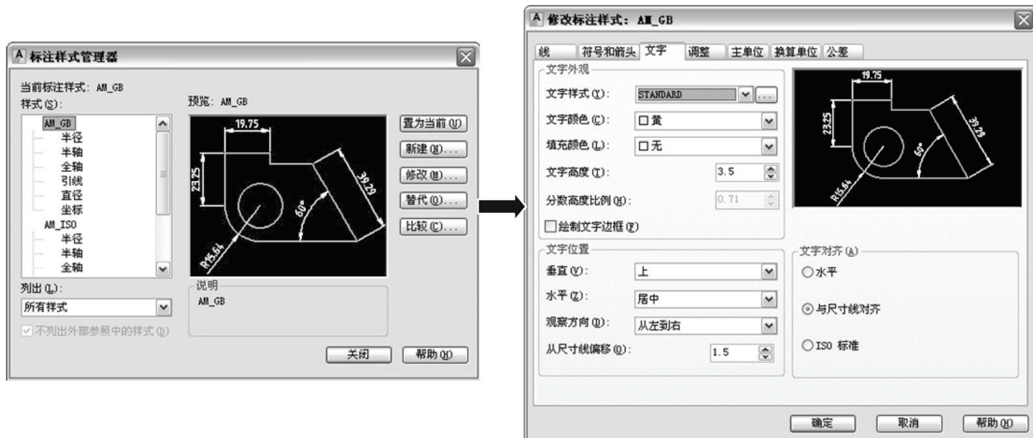


图 1-16 标注样式设置

技巧提示

关于“dimscale”命令

学习笔记



当设置好一种标准的标注样式，并保存到样板文件里后，在绘制不同比例的图样时，通过标注比例“dimscale”命令来控制标注比例。

首先设定 1∶1（全局比例为 1）的标注样式，在需要切换全局比例时，只要输入“dimscale”命令，再输入全局比例即可。比如说是 1∶50 的图，只要将 dimscale 的值赋为 50 就可以了。这样做的好处是，在设定样板文件时，只需要做出一个标注样式就可以了，不必把国标那么多的标注比例全做成样式。

最好为该命令设置快捷键命令。

4．工具栏的调用

每一个人的绘图习惯都不同，他们所熟悉的工具栏放置位置不同，工具栏调用的工具也不同。此时，用户可以将自己常用的工具栏调出来，放在习惯的位置。具体方法是，在工具栏空白处右击，在弹出的下拉菜单上勾选上自己需要的工具栏，然后将它们放在适合位置。

当相关设置完成后，就可以保存样板文件了。保存方法是：按〈Ctrl+Shift+S〉组合键，弹出“图形另存为”对话框，选择相关路径，输入要保存的样板文件名，选择要保存的文件类型“AutoCAD Mechanical 工程图样板（*.dwt）”，然后单击“保存”按钮即可；也可以单击屏幕左上角的图标，在弹出的下拉菜单选择“另存为”命令来保存。

1.7 AutoCAD Mechanical图框的定制

1 掌握

图框是指工程制图中限定图样绘图区域的线框。此线框必须用粗实线画出，图框格式有留装订边和不留装订边两种，但同一产品图样只能采用一种格式。

标题栏处在长边上的为 X 型图纸，标题栏处在短边上的为 Y 型图纸。看图的方向一般与看标题栏的方向一致。

图框线与纸边界线之间的区域称为周边。有装订边图纸的图框格式，装订侧的周边尺寸 a 要比其他三个周边的尺寸 c 大一些，各周边的具体尺寸与图纸幅面有关。当图样需要装订时，一般采用 A3 幅面横装，或 A4 幅面竖装。

虽然 AutoCAD Mechanical 提供了一系列的图框，但是，用户都会根据自己的情况设置自己需要的图框，怎样将自己绘制好的图框加入到系统中去？其操作方法如下。

在 AutoCAD Mechanical 2013 环境中，执行“选项”命令（OP），弹出“选项”对话框，单击“AM：标准”选项卡；在“标准元素”选项中双击“工程图”选项，弹出“工程图设置”对话框；在“默认图纸格式”选项中，单击“浏览”按钮；在弹出的“选择文件”对话框中，选择已绘制好的图框文件，单击“打开”按钮返回“工程图设置”对话框，然后再单击“确定”按钮进行保存，如图 1-17 所示。

图 1-17　工程图框设置

图纸的图框一般含有图框线和标题栏，载入自定义的标题栏的方式同载入自定义的图框一样，同样也可以对标题栏进行相关设置，其操作方法如图 1-18 所示。

图 1-18　标题栏设置

专业知识　工程图

学习笔记

AutoCAD Mechanical 中的工程图是一种二维图或图画，用来描述建筑图、结构图、机械图、电气图和管路图。通常工程图绘制或打印在纸面上，但也可以存储为数码文件。绘制工程图的目的是要清晰地描述所有几何特征，以传达足够的信息，方便实现设计意图。

1.8 工程图的分类

1 掌握

工程图是指将实际规模的地域或物体以一个特定的比例绘制出的图样。以国际单位制绘制的图样必须符合国际纸张尺寸，它要求可以装订、折叠或卷起，但也可以以专有格式存储为数码文件。



1.8.1　产品图

产品图是用来反映产品相关特征的图，一般是指产品在市场上出现的实体外形，包括产品的品质、特征、造型、商标和包装等，如图 1-19 所示。

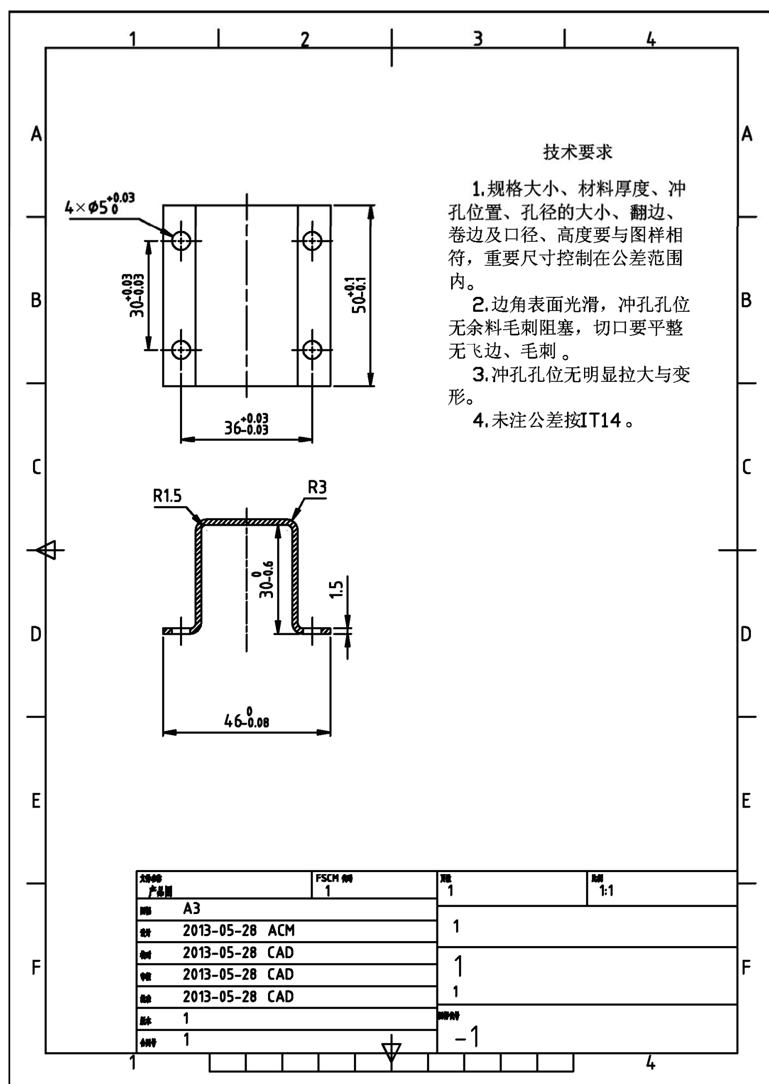


图 1-19　产品图



1.8.2　零件图

零件图是表达单个零件形状、大小和特征的图样，也是在制造和检验机器零件时所用的图样的。在生产过程中，根据零件图的技术要求进行生产准备、加工制造及检验，因此，它是指导零件生产的重要技术文件。

零件图的基本要求应遵循 GB/T 17451—1998《技术制图 图样画法 视图》的规定。该标准明确要求：“绘制技术图样时，应首先考虑看图方便。根据物体的结构特点选用适当的表达方法。在完整、清晰地表达物体形状的前提下，力求制图简便”。

零件图应包含以下内容。

1）一组视图。要综合运用视图（包括剖视图、断面图）及其他规定和简化画法，选择能把零件的内、外结构形状表达清楚的一组视图。

2）完整的尺寸。用以确定零件各部分的大小和位置。零件图上应注出加工和检验零件是否合格所需的全部尺寸。

3）标题栏。说明零件的名称、所用材料、数量、图的编号、比例，以及描图、审核人员签字等。根据国家标准，标题栏有固定形式及尺寸，制图时应按标准绘制。

4）技术要求。用一些规定的符号、数字、字母和文字注解，简明、准确地给出零件在使用、制造和检验时应达到的一些技术要求（包括表面粗糙度、尺寸公差、几何公差、表面处理和材料处理等要求）。

5）视图选择。零件的视图选择就是选用一组合适的视图表达出零件的内、外结构形状及其各部分的相对位置关系。一个好的视图表达方案是：表达正确、完整、清晰、简练，同时易于看图。选择视图的原则是：在完整、清晰地表达零件内、外形状的前提下，尽量减少图形数量，以方便制图和看图。

6）尺寸标注。零件图中的图形用来表达零件的形状，而零件各部分的真实大小及相对位置，则靠标注尺寸来确定。零件图上所标注的尺寸不但要满足设计要求，还应满足生产要求。零件图上的尺寸要标注得完整、清晰，符合国标规定等要求。

7）尺寸基准。度量尺寸的起点，称为尺寸基准。要把尺寸注得合理，就要选择恰当的尺寸基准。在选择尺寸基准时，必须根据零件在机器中的作用、装配关系以及零件的加工方法、测量方法等情况来确定。尺寸基准有以下两种。

☑ 设计基准——根据零件的设计要求所选定的基准。

☑ 工艺基准——根据零件的加工、测量要求所选定的基准。

常用尺寸标注的形式有链状法、坐标法和综合法 3 种。

① 链状法。链状法是把尺寸依次注写成链状。在机械制造中，链状法常用于标注若干相同结构之间的距离、阶梯状零件中的尺寸要求十分精确的各段以及用组合刀具加工的零件，如图 1-20 所示。

② 坐标法。坐标法是把各个尺寸从一个事先选定的基准开始一一标注。坐标法用于标注需要从一个基准定出一组精确尺寸的零件，如图 1-21 所示。

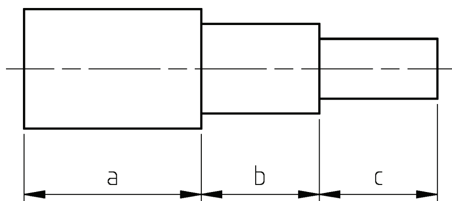


图 1-20 链状法标注尺寸的零件图

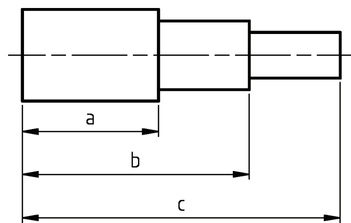


图 1-21 坐标法标注尺寸的零件图

③ 综合法。是链状法与坐标法的综合，标注零件的尺寸多用综合法，如图 1-22 所示。

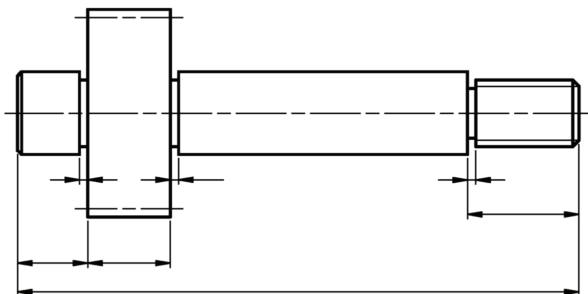


图 1-22　综合法标注尺寸的零件图

这些内容有的按规定符号或代号标注在图上，有的用文字注写在图样的右下方，如图 1-23 所示。

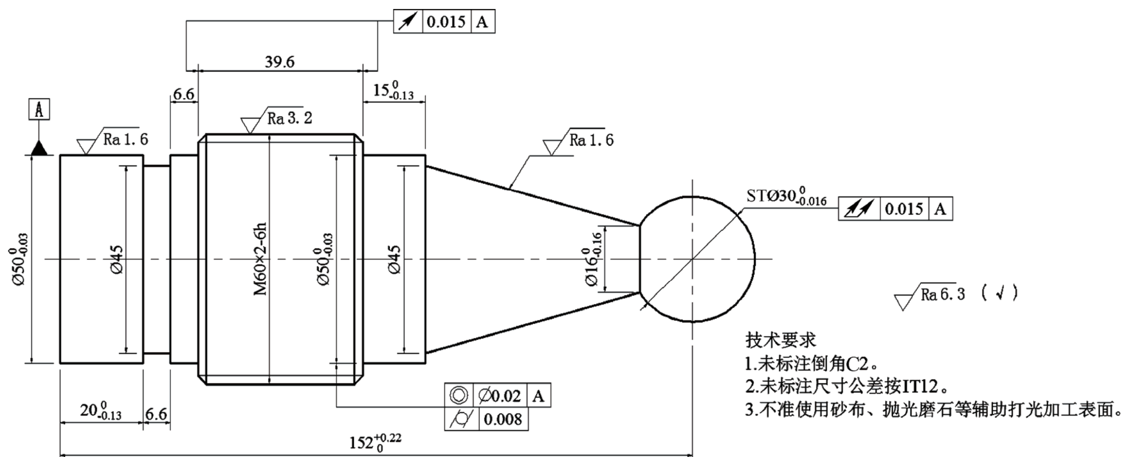


图 1-23　零件图

 1.8.3　装配图

装配图是表达设计思想及技术交流的工具，是指导生产的基本技术文件。无论是在设计机器还是测绘机器时都必须画出装配图。

装配图是表达机器或部件的图样，主要表达其工作原理和装配关系。在机械设计过程中，装配图的绘制位于零件图之前，并且装配图与零件图的表达内容不同，它主要用于机器或部件的装配、调试、安装、维修等场合，也是生产中的一种重要的技术文件，具有非常强的逻辑性。

装配图应包含以下内容。

1）一组视图。一组能正确、完整、清晰地表达产品或部件的工作原理、各组成零件间的相互位置和装配关系及主要零件的结构形状的视图。

2）必要的尺寸。标注出反映产品或部件的规格、外形、装配、安装所需的必要尺寸和

一些重要尺寸。

3）技术要求。在装配图中用文字或国家标准规定的符号注写出该装配体在装配、检验、使用等方面的要求。

4）零部件序号、标题栏和明细栏。按国家标准规定的格式绘制标题栏和明细栏，并按一定格式将零、部件进行编号，填写标题栏和明细栏。

在产品或部件的设计过程中，一般是先设计出装配图，然后再根据装配图进行零件设计，画出零件图。在产品或部件的制造过程中，先根据零件图进行零件加工和检验，再按照依据装配图所制定的装配工艺规程将零件装配成机器或部件。在产品或部件的使用、维护及维修过程中，也经常要通过装配图来了解产品或部件的工作原理及构造。装配图如图 1-24 所示。

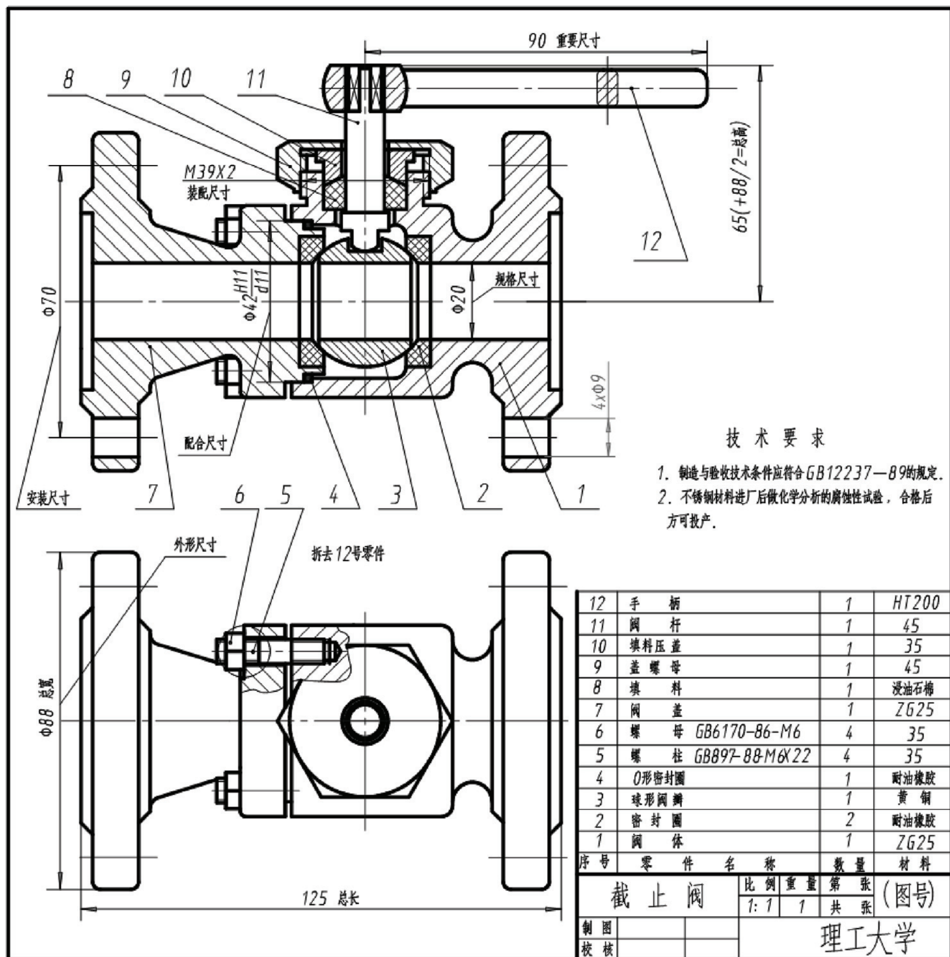


图 1-24 装配图

在进行装配图的识读时，可以按以下几个步骤进行。

1）读标题栏。了解零件的名称、材料、画图的比例和质量等。

2）分析视图，想象形状。分析视图的内、外形状和结构，是读图的重点。

从基本视图看出零部件的大体内外形状；结合局部视图、斜视图以及断面图等表达方法，读懂零部件的局部或斜面的形状；同时，从设计和加工方面的要求了解零件的一些结构的作用。

3）分析尺寸和技术要求。了解零部件各部分的定形、定位尺寸和零件的总体尺寸，以及注写尺寸时所用的基准；要读懂技术要求，如表面粗糙度、公差与配合等内容。

4）综合考虑。把结构形状、尺寸标注和技术要求等内容综合起来，就能比较全面地读懂装配图。

第 2 章

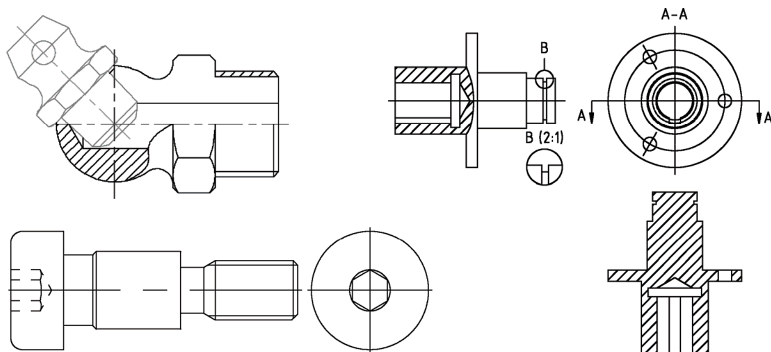
AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 的制图图元工具

内容摘要

图元即图形元素，是可以编辑的最小图形单位，它是图形软件用于操作和组织画面的最基本的素材。一幅画面由图元组成，图元是一组最简单的、最通用的几何图形或字符。

本章先对 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中共有的图元工具进行了概括性的讲解，然后对 AutoCAD Mechanical 特有的增强制图工具进行了详细讲解。学习本章的具体要求如下。

- 了解直线、点、射线和多线的绘制方法
- 了解圆、圆弧、椭圆、圆环的绘制方法
- 了解多段线、正多边形、样条曲线的绘制方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的对称线、中心线、矩形和构造线的绘制方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的剖切线、锯齿线、详图及剖切线的绘制方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的图案填充、边界、投影开关的使用方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的投影开/关、射线/直线转换、轮廓线可见设置
- 掌握综合练习——联接轴的绘制



2.1 AutoCAD和AutoCAD Mechanical相同的制图图元工具

2 掌握

一幅图样是由许多线条构成的，包括直线、圆弧、样条曲线等。在 AutoCAD 中，就是利用计算机及其图形设备帮助设计人员进行设计工作的。同样，如果在 AutoCAD Mechanical 环境中要绘制这些基本的图形对象，也可以使用 AutoCAD 所提供的工具命令。

相信大家在学习本书的时候，已经掌握了 AutoCAD 软件中的基本命令和相关工具的使用方法，所以在此对 AutoCAD 的命令就不作详细讲解了，只针对其命令和工具的调用方法进行介绍。

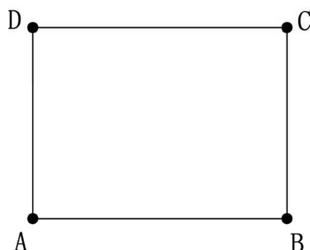


2.1.1 直线的绘制

直线对象可以是一条线段，也可以是一系列相连的线段，但每条线段都是独立的直线对象。通过调用 LINE 命令及选择正确的终点顺序，可以绘制一系列首尾相接的直线段。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制直线对象，用户可以通过以下 4 种方法实现，其操作步骤如图 2-1所示。

☑ 菜单栏：选择“绘制 | 直线”命令。
☑ 工具栏：在“绘制”工具栏上单击“直线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“line”命令（快捷键〈l〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘制”面板中，单击“直线”按钮。



命令: _line ❶	\\单击“直线”按钮
指定第一点: ❷	\\指定起点 A
指定下一点或 [放弃(U)]: @20,0 ❸	\\确定端点 B
指定下一点或 [放弃(U)]: @0,15 ❹	\\确定端点 C
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]: @-20,0 ❺	\\确定端点 D
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]: C ❻	\\与 A 点闭合

图 2-1　通过直线命令绘制的矩形

技巧提示　直线的宽度设置

学习笔记



用直线命令绘制的直线在默认状态下是没有宽度的，但可以通过不同的图层定义直线的线宽和颜色，在打印输出时，可以打印粗细不同的直线。



2.1.2 点的绘制

点是最基本的单元，可以理解一条直线、圆弧或者样条曲线是由无数个点构成的。一个空间中的点用于描述给定空间中一种特别的对象，一个点是一个零维度对象。

点作为最简单的几何概念，通常作为几何、物理、矢量图形和其他领域中的最基本的组成部分。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制点对象，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘制 | 点”命令，进入“点”的子命令。

☑ 工具栏：在“绘制”工具栏上单击“多点”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“POINT”命令（快捷键〈P+O〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘制”面板中，单击“多点”按钮。

其实，用户可以绘制 4 种类型的“点”，即单点、多点、定数等分和定距等分。

1）单点的绘制：在目标位置绘制一个点，绘制完毕后自动退出“点”命令。

2）多点的绘制：在目标位置绘制一个点后，还可以继续在其他地方继续绘制点，直到用户请求退出“多点”命令。

3）定数等分的绘制：定数就是把目标（直线段、圆弧、样条曲线等）平均分成 N 段，是以数来定尺寸。使目标的等分点分别放置了点标识（或者内部块），而目标并没有被分为多个对象。

4）定距等分的绘制：定距就是把目标（直线段、圆弧、样条曲线等）分成 N 段，是以点距离来定尺寸。使目标的等分点分别放置了点标识（或者内部块），而目标并没有被分为多个对象，当目标长度大于等分段长度总和时，剩余段距离长度另成一段。

技巧提示　点的显示与捕捉

学习笔记



可以通过“格式/点样式”命令设置点的显示样式；捕捉 AutoCAD 中通过点命令绘制的点时，需先在对象捕捉设置中选中“节点”，然后就可以捕捉到等分点了。



2.1.3　射线和多线的绘制

1．绘制射线对象

射线是一条一边有端点，另一边无限长的线，确定一点后，可以向四周绘制无数条射线。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制射线对象，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘制 | 射线”命令。

☑ 工具栏：在“绘制”工具栏上单击“射线”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ray”命令。

2．绘制多线对象

多线是通过绘制一条直线的方式来绘制两条平行的直线，所绘制的两条平行直线之间的距离可以通过偏移量设定。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制多线对象，用户可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 多线”命令。
☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“多线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“mline”命令（快捷键〈M+L〉）。

技巧提示 多线样式的设置

学习笔记




用户可以通过多线样式的设置来设定自己需要的多线样式，例如是否封口、封口样式、是否填充和图元等一些设置。

2.1.4 修订云线的绘制

修订云线就是修订图形用的一种线，在看图时可以把有问题的地方用这种线圈起来，便于识别。也可以用它画云彩，或是像云彩的东西。可以把云线的粗细调得适当粗些、圆弧半径适当大些，画出来比较好看。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制修订云线对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 修订云线”命令。
☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“修订云线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“revcloud”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“修订云线”按钮。

技巧提示 修订云线的应用

学习笔记




修订云线主要用于将图中某处圈起来，以便于识别，或者绘制艺术类图案。在工程制图中，使用修订云线的情况较少。

2.1.5 圆的绘制

圆是一种几何图形。平面上到定点的距离等于定长的所有点组成的图形叫做圆。当一条线段绕着它的一个端点在平面内旋转一周时，它的另一个端点的轨迹叫做圆。通过调用 CIRCLE 命令及选择相关选项和输入数据，可以绘制一个圆。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制圆对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 圆”命令。
☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“圆”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“circle”命令（快捷键〈C〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“圆”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 中，可以使用 6 种方法来绘制圆对象，如图 2-2所示。

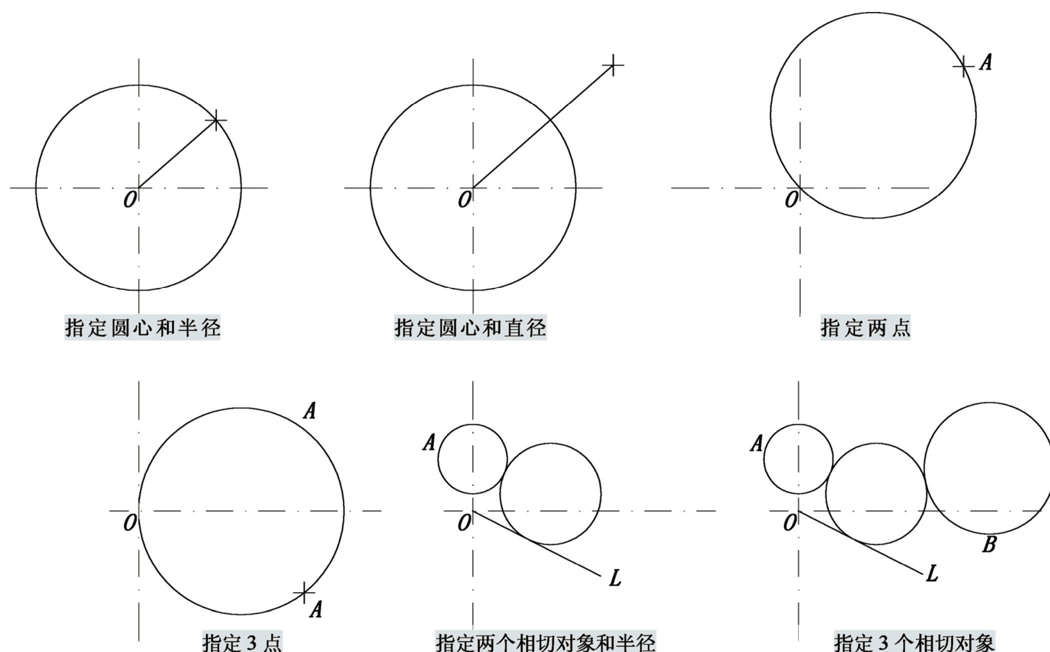


图 2-2　圆的 6 种绘制方法



2.1.6　圆弧的绘制

圆上任意两点间的部分叫做圆弧，简称弧。圆弧是最常用的基本图元。要绘制圆弧，可以指定圆心、端点、起点、半径、角度、弦长和方向值的各种组合形式。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制圆弧，可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 2-3所示。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 圆弧”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“圆弧”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“arc”命令（快捷键〈A〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“圆弧”按钮。



图 2-3　绘制的圆弧



2.1.7 椭圆及圆环的绘制

1．椭圆的绘制

椭圆是一种圆锥曲线（也叫圆锥截线），即平面上到两点距离之和为定值的点的集合。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制椭圆对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 椭圆”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“椭圆”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ellipse”命令（快捷键〈E+L〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“椭圆”按钮。

2．圆环的绘制

圆环是指两个半径不相等的同心圆，大圆面积比小圆面积多的部分。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制圆环对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 圆环”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“圆环”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“donut”命令（快捷键〈D+O〉）。

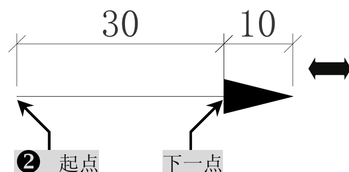
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“圆环”按钮。



2.1.8 多段线的绘制

多段线是由几段线段或圆弧构成的连续线条。它是一个单独的图形对象。在 AutoCAD 中绘制的多线段，无论有多少个点（段），均为一个整体，不能对其中的某一段进行单独编辑（除非把它分解后再编辑）。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制多段线对象，可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 2-4所示。



命令: _pline ❶　　\\单击“多段线”按钮
指定起点:
当前线宽为 0.0000
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: **@30,0** ❸
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: **w** ❹
指定起点宽度 <0.0000>: **5** ❺
指定端点宽度 <5.0000>: **0** ❻
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]: **@10,0** ❼
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:

图 2-4　绘制带箭头的构造线

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 多段线”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“多段线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“pline”命令（快捷键〈P+L〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“多段线”按钮。

技巧提示　多段线编辑　学习笔记



执行“多段线编辑”命令（PE），可以对多段线进行编辑；也可以用“多段线编辑”命令将样条曲线转换为多段线。

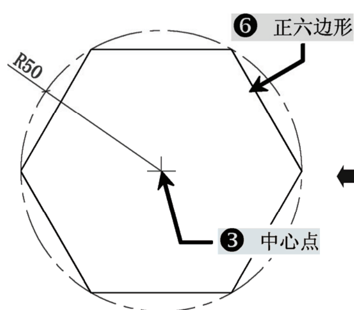


2.1.9　正多边形的绘制

由在同一平面且不在同一直线上的三条或三条以上的线段首尾顺次连接且不相交所组成的封闭图形叫做多边形，正多边形就是各边相等，各角也相等的多边形。使用直尺、圆规和量角器可以画出任意正多边形。

在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制多边形对象，可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 2-5所示。

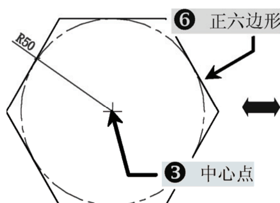
☑ 菜单栏：选择“绘图 | 多边形”命令。
☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“多边形”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“polygon”命令（快捷键〈P+O+L〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“多边形”按钮。



命令: _polygon ❶	\\单击“正多边形”按钮
输入边的数目 <4>: 6 ❷	\\指定多边形的边数
指定正多边形的中心点或 [边(E)]:	\\指定中心点
输入选项 [内接于圆(I)/外切于圆(C)] <I>: i ❹	
指定圆的半径: 50 ❺	

图 2-5　绘制内接正六边形

如果用户在“输入选项 [内接于圆(I)/外切于圆(C)]”提示下输入“C”，可以绘制外切正六边形，如图 2-6所示。



命令: _polygon ❶	\\单击“正多边形”按钮
输入边的数目 <4>: 6 ❷	\\指定多边形的边数
指定正多边形的中心点或 [边(E)]:	\\指定中心点
输入选项 [内接于圆(I)/外切于圆(C)] <I>: C ❹	
指定圆的半径: 50 ❺	

图 2-6　绘制外切正六边形



2.1.10 样条曲线的绘制

样条曲线是经过一系列给定点的光滑曲线。最初，样条曲线都是借助于物理样条得到的，把富有弹性的细木条（或有机玻璃条），用压铁固定在曲线应该通过的给定型值点处，样条做自然弯曲所绘制出来的曲线就是样条曲线。样条曲线不仅通过各有序型值点，并且在各型值点处的一阶和二阶导数连续，即该曲线具有连续的、曲率变化均匀的特点。

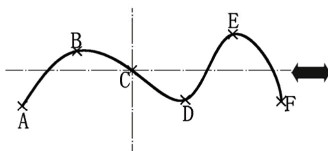
在 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 中要绘制样条曲线对象，可以通过以下 4 种方法实现，其操作步骤如图 2-7所示。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 样条曲线”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“样条曲线”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“spline”命令（快捷键〈S+P+L〉）。

☑ 面 板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“样条曲线”按钮。



命令: _spline \\单击“样条曲线”按钮
当前设置: 方式=拟合 节点=弦
指定第一个点或 [方式(M)/节点(K)/对象(O)]: \\确定 A 点
输入下一个点或 [起点切向(T)/公差(L)]: \\确定 B 点
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]: \\确定 C 点
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]: \\确定 D 点
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]: \\确定 E 点
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]: \\确定 F 点
输入下一个点或 [端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)]: \\按〈Enter〉键结束

图 2-7 绘制样条曲线

2.2 AutoCAD Mechanical特有的增强制图工具

2 掌握

在 AutoCAD Mechanical 中，提供了一些特有的增强制图工具，包括对称线、中心线、矩形、剖切线和锯齿线、局部详图和局部剖切线、填充、边界、投影 开/关、构造线、射线/直线转换、追踪轮廓、使轮廓线可见等，下面就针对主要项进行详细讲解。



2.2.1 AutoCAD Mechanical 对称线的绘制

对称线有点类似于镜像命令，不同的是，镜像命令是将选择的目标通过投影的方式镜像到另一边，而对称线是用户在源区域的目标特征上（如点）进行绘制，结果投影在对称线的另一边，它不能选择目标，如果要将源对象投影到对称线另一边，则必须通过源目标上的点重新绘制。

在 AutoCAD Mechanical 中要绘制对称线图形，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘制 | 对称线”命令。

☑ 工具栏：在“绘制”工具栏上单击“对称线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsymline”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘制”面板中，单击“对称线”按钮。

执行“对称线”命令（AMSYMLINE）后，在命令行中将显示如下提示信息，所绘制图形的效果如图 2-8所示。

```
命令: _AMSYMLINE                              // 执行“对称线”命令
选择现有的中心线或第一点:                      // 指定对称中心线第一点
指定中心线终点:                                // 指定对称中心线第二点
_.PLINE
指定起点:                                      // 指定所绘制线的起点
当前线宽为 0.00
指定下一个点或 [圆弧(A)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:          // 指定下一点
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:    // 指定下一点
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:    // 指定下一点
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:    // 指定下一点
指定下一点或 [圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:    // 指定下一点，确定
```

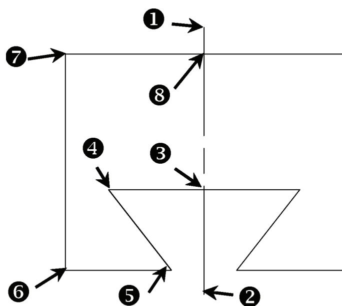


图 2-8　绘制对称图形

选项讲解　“对称线”命令行　知识要点

☑ 圆弧（A）：通过键盘输入或者鼠标在屏幕上输入点来确定圆弧。
☑ 半宽（H）：可以指定新绘制的图形线条起点和末端的一半宽度。
☑ 长度（L）：可以通过输入长度来确定新绘制的图形的长度。
☑ 宽度（W）：可以指定新绘制的图形线条起点和末端的宽度。

一学即会　对称线的应用　视频：对称线的应用.avi　案例：V型座.dwg　2 练习

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\02\V 型座.dwg”文件。

2）执行“对称线”命令（amsymline），单击屏幕一点，向下移动鼠标，绘制一条长 20 的对称线。以对称线下端点附近的地方为绘制起点，依次向左绘制长 16 的直线，向上绘制长 5 的直线，向右绘制长 6 的直线，向上绘制长 11 的直线，向右绘制长 4 的直线，向右下

方绘制长 6.69、角度为 63° 的直线，向下绘制长 3 的直线，向右绘制长为 3 的直线，如图 2-9所示。

```
命令: _amsymline                    // 执行“对称线”命令
选择现有的中心线或第一点:            // 指定对称线起点
指定中心线终点: 20                  // 指定对称线长度
_.PLINE
指定起点:                           // 指定要绘制线的起点
当前线宽为  0.00                    // 提示默认线宽
命令:                               // 确定
```

3）至此，该图形绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。结果如图 2-10所示。

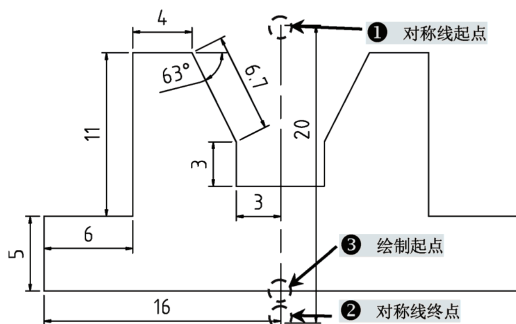


图 2-9　绘制 V 型座

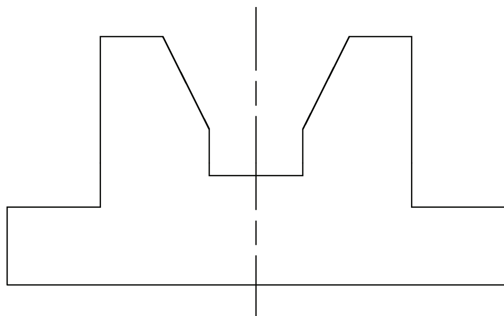


图 2-10　最终图



2.2.2　AutoCAD Mechanical 中心线的绘制

中心线又叫中线，就是用以标识中心的线条，常用单点画线表示。中心线在机械、建筑、水利、市政等专业制图中有其特定的用途，它能给物体以准确的定位。

在 AutoCAD Mechanical 中要绘制中心线对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 中心线”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“中心线”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcentline”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“中心线”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，中心线有以下几种绘制方法。

1）中心线（amcentline）：在轮廓边上选择起点和终点时，中心线将自动越过选定的边，达到绘图标准中指定的长度。

2）十字中心线（amcencross）：指定一点，然后输入数值，形成一个以该数值为直径的假想圆，所形成的两条互相垂直的中心线即为十字中心线。

3）圆心标记（dimcenter）：通过该选项可以对对象圆或者圆弧添加一个圆心标记，可以通过标注样式管理器、“符号和箭头”选项卡和“圆心标记”（dimcen 系统变量）设定圆心标记组件的默认大小，可以选择圆心标记或中心线，并在设置标注样式时指定它们的大小。请参见 dimstyle。还可以使用 dimcen 系统变量修改圆心标记的设置。初次运行系统默认圆心

标记线段长度为 0，无法标记。

4）过平板的十字中心线（amcencrplate）：在表示平板的闭合轮廓的角点处放置孔。所绘制的十字中心线中点到两条轮廓边的距离相等。

5）过角点的十字中心线（amcencrcorner）：在距两条轮廓线指定距离的位置放置孔。该命令可以确定十字中心线中点到任意一条轮廓边的距离。

6）对称直线之间的中心线（amceninbet）：要将工程图中两条现有直线标记为对称线，用户可以在它们中间创建一条中心线。中心线的长度是按照用户首先选择的直线长度来生成的。当然，也可以利用这个命令来等分两非平行直线之间的夹角。

7）过孔的十字中心线（amcencrinhole）：在圆上放置十字中心线，该命令可自动使十字中心线的大小适合孔的直径。

8）带孔的十字中心线（amcencrhole）：在指定位置放置一个带十字中心线的孔，如果需要，可以不绘制孔，而只绘制十字中心线。

9）带角度的十字中心线（amcencrangle）：创建同心节距圆并在圆上以指定角度放置孔。如果需要，可以选择只绘制十字中心线。

10）过整圆的十字中心线（amcencrfullcircle）：创建同心节距圆并在圆上放置指定数目的孔，使其均匀分布在圆上。如果需要，可以选择只绘制十字中心线。

例如，执行“过平板的十字中心线”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，所绘制的中心线的效果如图 2-11所示。

```
命令: amcencrplate                                   // 执行“过平板的十字中心线”命令
指定轮廓到十字中心线的偏移 <5>: 5                    // 指定轮廓边到十字中心的距离
选择边框图元                                         // 选择轮廓
选择对象: 找到 1 个
选择对象:                                            // 确定
要插入的一边:                                        // 单击矩形里面区域
指定孔的直径或 [标准零件(S)/没有孔(N)] <没有孔(N)>: N    // 执行“没有孔”命令
指定过直径十字中心线 <4>: 4                          // 输入假象孔直径以确定十字中心线长度
```

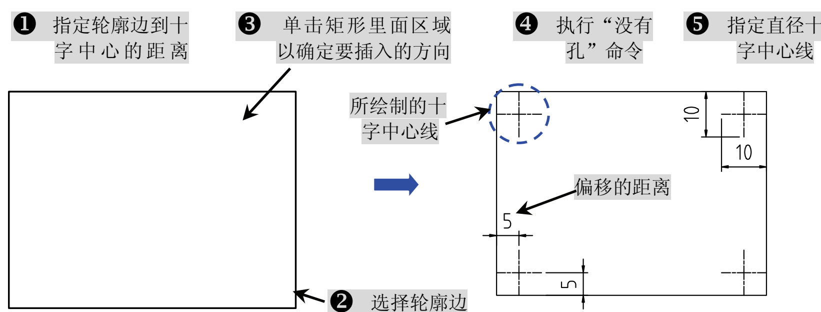


图 2-11 绘制过平板的十字中心线



2.2.3 矩形

矩形是一种平面图形，矩形的四个角都是直角，同时矩形的对角线相等，对边相等且平行。

在 AutoCAD Mechanical 中要绘制矩形对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图丨矩形”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“矩形”按钮▭。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“rectang”命令（快捷键〈R+E+C〉）；或者输入“amrectang”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“矩形”按钮▭。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，提供了两种选项卡来绘制矩形，如图 2-12所示。

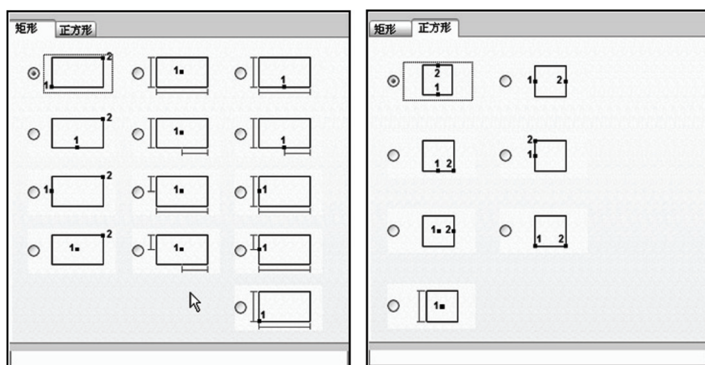


图 2-12　“矩形”和“正方形”选项卡

“矩形”选项卡里面各工具的命令及其功用的描述见表 2-1。

表 2-1　“矩形”选项卡

示　意　图	命　　令	描　　述
	amrectang	从一个角点开始并指定其对角点来创建矩形
	amrectcwh	以矩形的中心作为基准点并指定整个底边和全高来创建矩形
	amrectbwh	以底边的中点作为基准点并指定整个底边和全高来创建矩形
	amrectby	通过选择底边的中点作为基准点并指定角点来创建矩形
	amrectcw2h	通过使用矩形的中心作为基准点并指定一半底边和半高来创建矩形
	amrectbwh2	通过使用底边的中点作为基准点并指定整个底边和半高来创建矩形
	amrectly	通过使用高度中点作为基准点并指定对角点来创建矩形
	amrectcwh2	通过使用矩形的中心作为基准点并指定整个底边和半高来创建矩形
	amrectlwh	通过使用高度中点作为基准点并指定整个底边和全高来创建矩形
	amrectcy	通过使用矩形的中心作为基准点并指定角点来创建矩形
	amrectcw2h2	通过使用矩形的中心作为基准点并指定一半底边和半高来创建矩形
	amrectlwh2	通过选择高度中点作为基准点并指定整个底边和半高来创建矩形
	amrectxwh	通过使用矩形的角点作为基准点并指定整个底边和全高来创建矩形

“正方形”选项卡里面各工具的命令及其功用的描述见表 2-2。

表 2-2 “正方形”选项卡

示意图	命令	描 述
	amrectqbt	以底边的中点作为基准点并指定整个底边来创建正方形
	amrectqlr	以高度中点作为基准点并指定整个底边来创建正方形
	amrectqby	通过使用底边的中点作为基准点并指定一半底边（宽度）来创建正方形
	amrectqly	通过使用高度中点作为基准点并指定一半底边（宽度）来创建正方形
	amrectqcr	通过使用正方形的中心作为基准点并指定一半底边（宽度）来创建正方形
	amrectqxy	通过使用底边的角点作为基准点并指定底边（宽度）来创建正方形
	amrectqcw	通过使用正方形的中心作为基准点并指定底边（宽度）来创建正方形

一学即会 **绘制阶梯轴**

视频：绘制阶梯轴.avi
案例：阶梯轴.dwg
2 练习

本节讲解了直线的绘制方法，下面通过绘制阶梯轴来训练读者掌握直线命令的各种绘制方法和技巧。其操作步骤如下。

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\02\阶梯轴.dwg”文件。

2）在“常用/图层”中选择“中心线”图层，使之成为当前图层。执行“直线”命令（L），绘制一条水平长 150 的直线，如图 2-13所示。

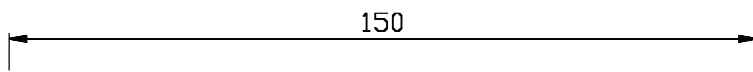


图 2-13 绘制中心线

3）在“常用/图层”中选择“粗实线”图层，使之成为当前图层。执行“矩形”命令（REC），绘制以下几个矩形：40 × 24、12 × 32、68 × 24、7 × 20、10 × 16、7 × 20，如图 2-14 所示。

```
命令: rec                                                  //执行“矩形”命令
RECTANG
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:    //指定第一点
指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: d                 //执行“尺寸”命令
指定矩形的长度 <40.0000>: 40                                //指定长度
指定矩形的宽度 <24.0000>: 24                                //指定宽度
```

指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: //确定
命令: RECTANG //重复执行“矩形”命令
指定第一个角点或 [倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]: //指定第一点
指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: d //质细腻感尺寸命令
指定矩形的长度 <40.0000>: 12 //指定长度
指定矩形的宽度 <24.0000>: 32 //指定宽度
指定另一个角点或 [面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)]: //确定

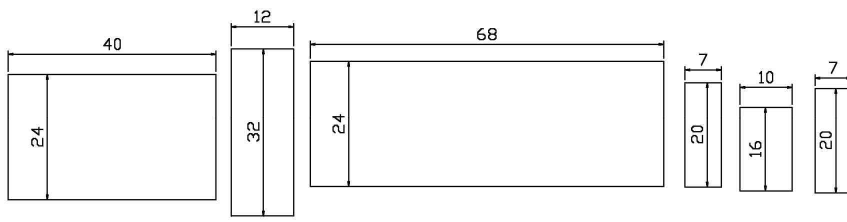


图 2-14 绘制矩形

4）执行“移动”命令（m），将这些矩形依次移到中点位置，如图 2-15所示。

命令: m //执行“移动”命令
MOVE
选择对象: 指定对角点: 找到 1 个 //选择对象
选择对象:
指定基点或 [位移(D)] <位移>: //指定要移动的点
指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>: //指定目标点

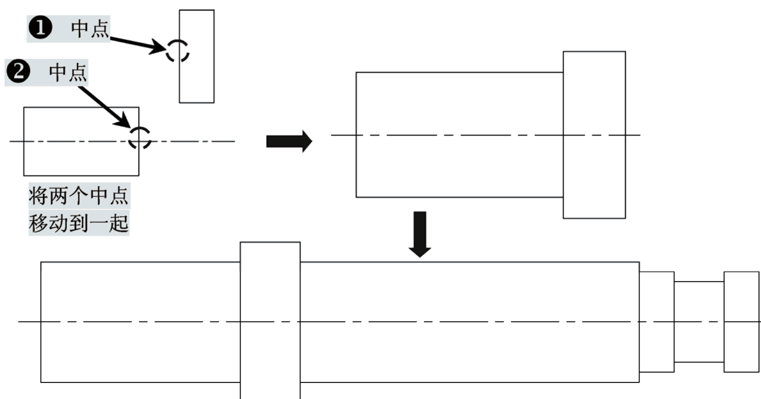


图 2-15 移动矩形

5）执行“倒斜角”命令（cha），对图中指定位置倒斜角 C1，如图 2-16所示。

命令: cha //执行“倒斜角”命令
CHAMFER
(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 1.0000，距离 2 = 1.0000
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]: d
//执行“距离”命令
指定 第一个 倒角距离 <1.0000>: 1 //输入第一个倒角距离

指定 第二个 倒角距离 <1.0000>: 1　　　　　　//输入第二个倒角距离
选择第一条直线或 [放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)]:
　　　　　　　　　　　　　　　　　　//选择目标一要倒角的那一端
选择第二条直线，或按住〈Shift〉键选择直线以应用角点或 [距离(D)/角度(A)/方法(M)]:
　　　　　　　　　　　　　　　　　　//选择目标二要倒角的那一端

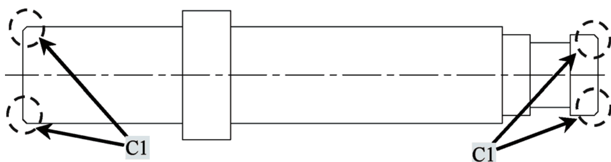


图 2-16　倒角

6）执行“直线”命令（1），对图中倒角位置绘制直线段，如图 2-17所示。

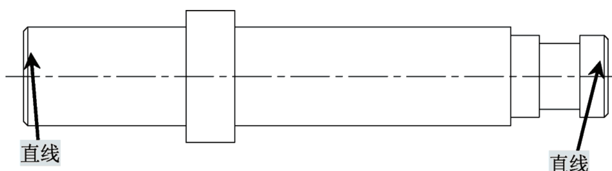


图 2-17　绘制直线

7）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。



2.2.4　AutoCAD Mechanical 剖切线和锯齿线的绘制

1. 剖切线

剖切线是工程制图术语，在剖视图中用以表示剖切平面的图线，剖切线位于两剖切符号（用以表示剖切平面位置的图线，用粗实线表示）之间，剖切线用细点画线表示。

在 AutoCAD Mechanical 中要绘制剖切线对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 剖切线”命令。
☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“剖切线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsectionline”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“局部”面板中，单击“剖切线”按钮。

例如，现在对矩形的一部分添加剖切线。执行“剖切线”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，所绘制剖切线的效果如图 2-18所示。

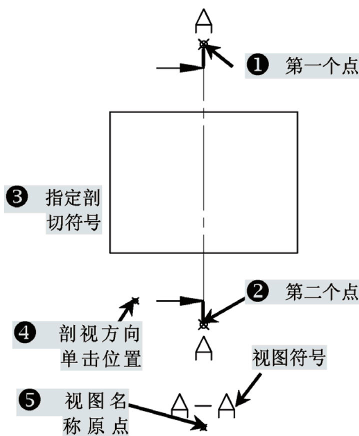


图 2-18　绘制剖切线

命令: _amsectionline　　　　　// 执行“剖切线”命令
选择点或 [可见性(V)]:　　　　// 指定第一个点
指定剖切线的下一个点或 [圆心(C)]:　　// 指定第二个点

```
指定剖切线的下一个点或 [半剖(H)/名称(N)/圆弧(A)]:   // 确定
指定第一个剖切符号 <A>A                  // 指定剖切符号
指定剖视方向                             // 指定剖切视图方向
指定视图名称的原点                       // 指定视图名称原点
```

选项讲解 “剖切线”中“可见性”选项 知识要点

☑ 箭头（a）：通过该选项可以设置剖切线上是否绘制视觉方向的箭头。

☑ 直线（l）：通过该选项可以设置剖切线是否连续，如果不连续那么就在起始端和结尾端和转角处绘制剖切线。

☑ 名称（n）：通过该选项可以设置剖切线上是否绘制视图名称。

☑ 可见性（p）：切换剖切线的弯曲部分（顶部）上剖切平面符号的可见性。

剖切位置线与剖视方向线共同构成了剖切符号。剖切符号用粗实线表示，剖切方向线的边长度为 6～10；投射方向线应垂直于剖切位置线，长度为 4～6。即长边的方向表示切的方向，短边的方向表示看的方向。

2．锯齿线

当绘制机械零件时，如只想绘制零件的一端，其他地方不需要绘制，则可以用锯齿线来绘制断裂处的边界线。

在 AutoCAD Mechanical 中要绘制锯齿线对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 锯齿线”命令。

☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“锯齿线”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amzigzagline”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘图”面板中，单击“锯齿线”按钮。

例如，要在轴的一端添加锯齿形剖切线。执行“锯齿线”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，所绘制锯齿形剖切线的效果如图 2-19所示。

```
命令: _amzigzagline            // 执行“锯齿线”命令
指定第一点:                    // 指定要绘制的第一点
指定下一点或 [放弃(U)]:        // 指定下一点
指定下一点或 [放弃(U)]:        // 确定
```

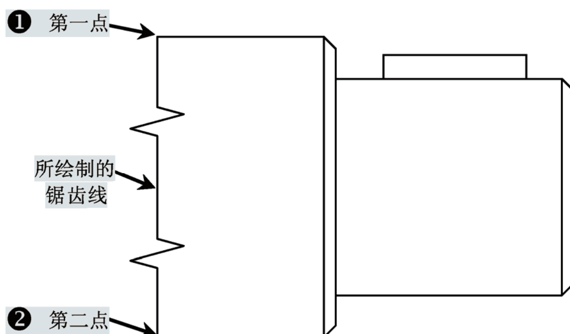


图 2-19　绘制锯齿形剖切线



2.2.5 AutoCAD Mechanical 局部详图和局部剖切线的绘制

1. 局部详图

当采用一定数量的基本视图后，该机件仍有部分结构形状未表达清楚，且又没有必要再画出其他完整的基本视图时，可单独将这一部分的结构形状向基本投影面投射。

在 AutoCAD Mechanical 中绘制局部详图对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 局部详图”命令。

☑ 工具栏：在“设计”工具栏上单击“局部详图”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amdetail”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“局部”面板中，单击“局部详图”按钮。

例如，先绘制一个矩形，然后绘制矩形一个角的局部详图。执行“局部详图”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，所绘制局部详图的效果如图 2-20所示。

```
命令: _amdetail                          //执行“局部视图”命令
创建局部视图
定义局部视图放大区域...
圆心 或 [矩形(R)/对象(O)]:               //指定局部视图的中点
指定半径或[直径(D)]:6                    //指定局部视图的区域半径
命令:
放置局部视图:                            //指定局部视图的放置位置
创建连接线...
选择连接线的下一点\<按〈Enter〉键为无>   //指定连接线的下一点
```

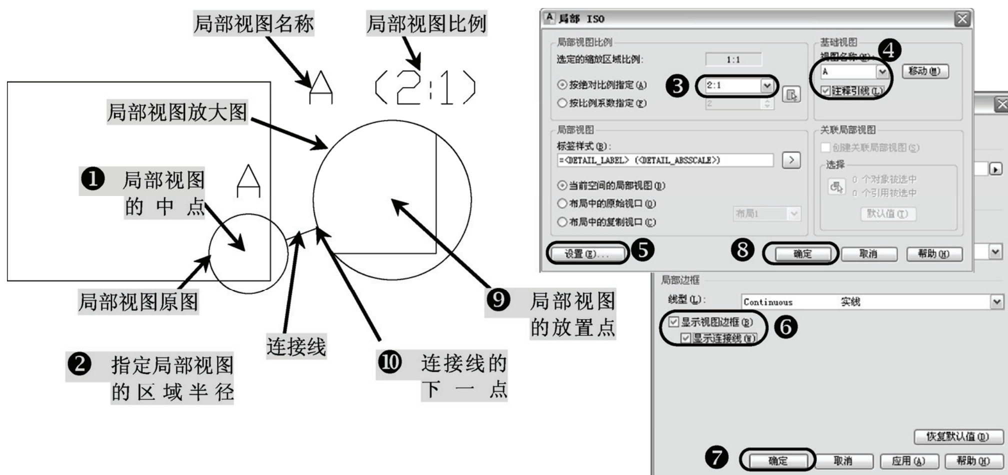


图 2-20　绘制局部详图

选项讲解　“局部 ISO”对话框　知识要点

在绘制局部详图时，会出现“局部 ISO”对话框，如图 2-21所示。



图 2-21 “局部 ISO”对话框

☑ 局部视图比例：该选项可以确定局部视图的比例，可以按绝对比例绘制局部视图，也可以用比例系数来绘制局部视图。

☑ 局部视图：该选项可以确定标签样式，也可以确定局部视图放置的空间。

☑ 基础视图：该选项可以确定视图的名称，注释引线是指在局部视图原图和视图名称之间连接的一条引线。

选项讲解 “局部视图符号设置”对话框

知识要点

在“局部 ISO”对话框中单击左下角的“设置”按钮后，会出现“局部视图符号设置（ISO）”对话框，如图 2-22所示。



图 2-22 “局部视图符号设置（ISO）”对话框

☑ 标签：通过该选项可以选择标签图案，通过位置可以确定将局部视图的视图名称位置放在上方或下方。
☑ 文字：通过该选项可以设置文字的样式、高度和颜色。
☑ 局部边框：通过该选项可以设置边框的线型和是否显示局部视图的边框线，以及是否显示连接线。

2．局部剖切线

在图形绘制过程中，有时候只需要剖开一部分用于表达内部结构，则可以用局部剖切线来表达。

在 AutoCAD Mechanical 中要绘制局部剖切线对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图／局部剖切线”命令。
☑ 工具栏：在“绘图”工具栏上单击“局部剖切线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ambroutline”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“局部”面板中，单击“局部剖切线”按钮。

执行“局部剖切线”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，如图 2-23所示。

```
命令: _ambroutline          // 执行“局部剖切线”命令
选择起点:                   // 选择起点
指定下一点:                 // 指定下一点
指定下一点:                 // 指定下一点
指定下一点:                 // 确定
```

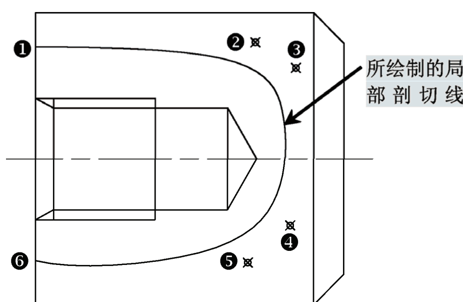


图 2-23　绘制局部剖切线

技巧提示　局部剖切后的填充

学习笔记



在绘制好局部剖切线后，就可以对局部剖切区域进行图案填充了，此时如果执行自定义填充（amuserhatch）及系统自带常用填充方式，则将忽略局部剖切线而填充，此时，用 AutoCAD 里面的“填充”命令（H）进行填充即可。



2.2.6　AutoCAD Mechanical 中自动插入局部详图

自动插入局部详图是指将选定对象移动到外部工程图文件并在当前工程图中创建该工程

图文件的外部参照。其实就是在外部创建一个该图的零部件图，类似于装配图中向外部输出零件图，如果将外部的零件图进行修改，则可以通过重新加载更改后的外部零件图来使装配图和零件图保持一致。

该命令可以利用当前工程图创建外部参照和零部件图形。创建外部参照和零部件图形之前，可以定义它们的设置。

☑ 指定希望在外部参照或者零部件图形中包括的对象，这些对象位于当前工程图中。

☑ 指定标注是保留在装配（主）图中，还是移动并保存到外部参照中。

☑ 指定零部件图形的标题栏和图形边框。

☑ 预设零部件图形的比例。

☑ 指定零部件图形的属性。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“自动插入局部详图”命令，用户可以通过以下两种方法。

☑ 菜单栏：选择“自动插入局部详图”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amautodetail”命令。

执行“自动插入局部详图”命令后，将会弹出“部件拆图”对话框，使用此对话框可以指定要创建的外部参照局部工程图的详细信息，如图 2-24所示。其中“创建外部参照”是指创建的“零部件”图形的外部参照图，通过修改参照图来更改零件图，且能与装配图保持一致；“创建零部件图形”其实就是指外部零件图。



图 2-24　部件拆图对话框

选项讲解　“部件拆图”对话框　知识要点

☑ 通过图层组选择：设置要将其对象包括在用户正在创建的外部参照中的图层组。输入图层名称，或者单击“输入”从“图层组管理器”中选择图层组。也可以更改外部参照名称。

☑ 通过对象选择：允许用户在工程图中手动选择要包括在即将创建的外部参照中的对象。
☑ 外部参照名称：显示创建的外部参照名称。外部参照的默认名称是当前工程图的名称；以下划线字符“_”替换它的第一个字母。如果当前工程图的名称长度是 8 个字符或者更多，那么系统将以数字代替外部参照名称的第 8 个字符。例如，如果工程图的名称为“EXAMPLES”，那么外部参照的默认名称为“_XAMPLE0”。
☑ 外部参照路径：设置文件的保存路径。
☑ 当外部参照已存在时发出警告：如果与现有外部参照同名，发出警告。
☑ 注释在装配图内不可见：关闭并冻结装配图中的标注和注释。
☑ 按固定比例创建：以固定比例创建零部件工程图，可以输入比例或者从列表中选择一个比例。
☑ 按固定图纸格式创建：以固定的图纸格式创建零部件图形。可以输入格式或者从列表中选择一种格式。
☑ 用标题栏生成：创建带标题栏的零部件图形。可以输入标题栏或者从列表中选择标题栏。
☑ 零部件图形路径：设置零部件图形的保存路径。
☑ 零部件图形名称：显示需要创建的零部件图形的名称。零部件图形的默认名称是当前工程图的名称。如果当前工程图的名称长度是 8 个字符或者更多，那么系统将以数字代替零部件图形名称的第 8 个字符。例如，如果工程图的名称为“EXAMPLES”，那么默认的零部件图形名称为“EXAMPLE0”。

执行“自动插入局部详图”命令后，在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: amautodetail                              // 执行“自动插入局部详图”命令
指定插入点:                                      // 指定插入点
选择对象: 指定对角点: 找到 34 个，总计 34 个      // 选择对象
选择对象:
从其他图块复制对象                                // 是否从其他图块复制对象
选择对象:
0                                                // 未选择
正核查 Mechanical 数据...
发现的错误数目: 0    修复的错误数目: 0
核查 Mechanical 数据结束。
命令: 忽略块 GENAXEH 的重复定义。
忽略块 GENAXEH 的重复定义。                       // 编辑块属性并确定
```

具体步骤为：执行“自动插入局部详图”命令→在“部件拆图”对话框中进行相关设置→确定→指定插入点→选择要输出到外部的图形→是否要从其他图块复制对象→在“编辑属性”对话框中编辑相关数据→确定。当命令完成后，所创建的零部件图形在图形中自动转换为暗显状态，如图 2-25所示。



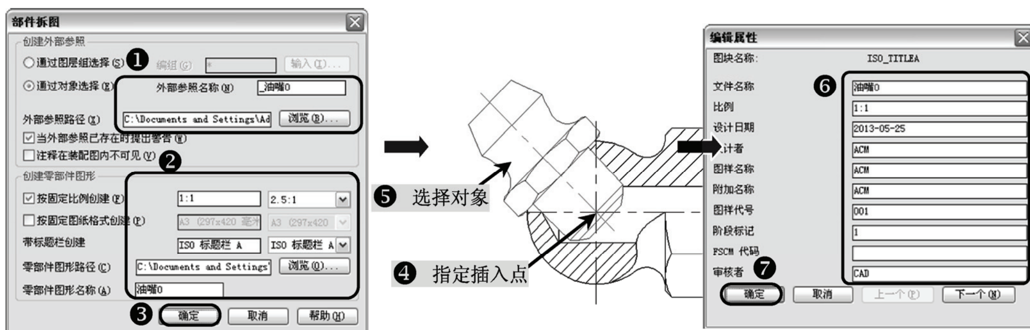


图 2-25　自动插入局部详图

当“自动插入局部详图”命令完成后，打开“创建外部参照”选项中路径下的外部参照图（默认在路径的 xref 文件夹中），对其进行修改并保存；打开“创建零部件图形”路径中零部件图形，会发现图形已自动修改；再打开原图（装配图），则原图也已自动修改了，如图 2-26所示。

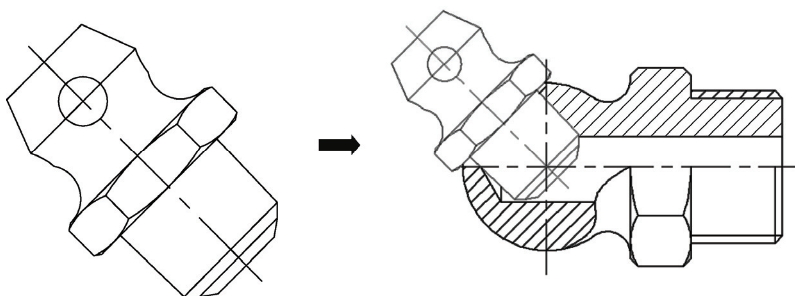


图 2-26　修改外部参照图效果

技巧提示　重新加载

学习笔记



有时候，执行“自动插入局部详图”命令对参照零件图进行修改后保存原图，不一定会显示已修改后的图形，但在屏幕的右下角会提示用户“参照图已更改，是否要重新加载外部参照图形”，单击“加载”即可重新加载图形。



2.2.7　AutoCAD Mechanical 的图案填充

填充就是用某种图案对一个封闭的区域按一定规则进行排布，用以表达该封闭区域的图形信息。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“填充”命令，可以通过以下两种方法。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“hatch”命令（快捷键〈H〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘制”面板中，单击“填充”按钮。

执行“填充”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，如图 2-27所示。

```
命令: h                                                  // 执行“填充”命令
HATCH
拾取内部点或 [选择对象(S)/设置(T)]: 正在选择所有对象...    // 选择要填充区域的内部点
正在选择所有可见对象...
正在分析所选数据...
正在分析内部孤岛...
拾取内部点或 [选择对象(S)/设置(T)]:                      // 确定
```

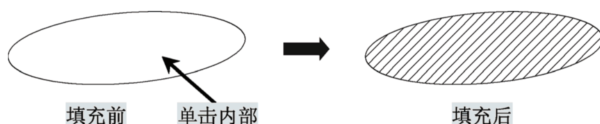


图 2-27 图案填充

在 AutoCAD Mechanical 中要执行自定义填充命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘制 | 自定义填充”命令。
☑ 工具栏：在“设计”工具栏上单击“自定义填充”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amuserhatch”命令。

选项讲解 AutoCAD Mechanical“填充”的几种常用方法 知识要点

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，系统设置的几种常用填充方式，见表 2-3。

表 2-3 系统设置的填充方式

图标	命令	描 述
	amuserhatch	通过该命令，还可以从一组预定义的填充图案中进行选择，或者使用自定义填充图案。将显示“填充”对话框。用户可以设置填充图案的类型
	amhatch_45_2	用 45 度、5 毫米/0.22 英寸的非关联填充来填充封闭区域
	amhatch_45_5	用 45 度、13 毫米/0.5 英寸的非关联填充来填充封闭区域
	amhatch_45_13	用 45 度、2.7 毫米/0.12 英寸的非关联填充来填充封闭区域
	amhatch_135_2	用 135 度、4.7 毫米/0.19 英寸的非关联填充来填充封闭区域
	amhatch_135_4	用 135 度、11 毫米/0.4 英寸的非关联填充来填充封闭区域
	amhatch_135_11	用 135 度、2.5 毫米/0.1 英寸的非关联填充来填充封闭区域
	amhatch_dbl	用交叉填充 45/135 度、2.3 毫米/0.09 英寸的非关联填充来填充封闭区域
	amassohatch	当用户改变一个关联填充区域的轮廓时，填充将自动调整，以填充新的轮廓

技巧提示 填充时的一些技巧 学习笔记



在填充时，用户应尽量把所要填充区域的轮廓线全部显示在屏幕上，否则，很有可能会出现如图 2-28 所示的“边界定义错误”对话框。



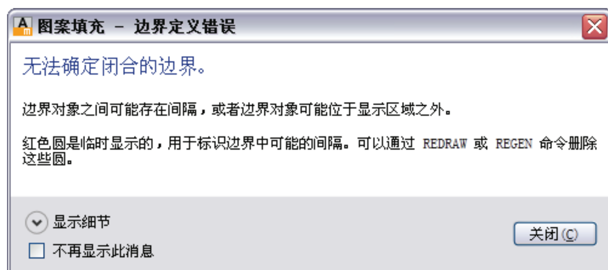


图 2-28 “图案填充边界定义错误”对话框



2.2.8 AutoCAD Mechanical 边界的使用

边界就是图形封闭区域的多段线或者面域。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“边界”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘制 | 边界”命令。

☑ 工具栏：在“设计”工具栏上单击“边界”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“boundary”命令（快捷键〈B+O+U〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“绘制”面板中，单击“边界”按钮。

执行“边界”命令后，在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: _boundary                          //执行“边界”命令
拾取内部点:  正在选择所有对象...          //拾取内部点
正在选择所有可见对象...
正在分析所选数据...
正在分析内部孤岛...
拾取内部点:                              //确定
BOUNDARY 已创建 2 个多段线                //系统已创建多段线
```

选择已创建的多段线然后向右复制。创建的边界效果如图 2-29所示。

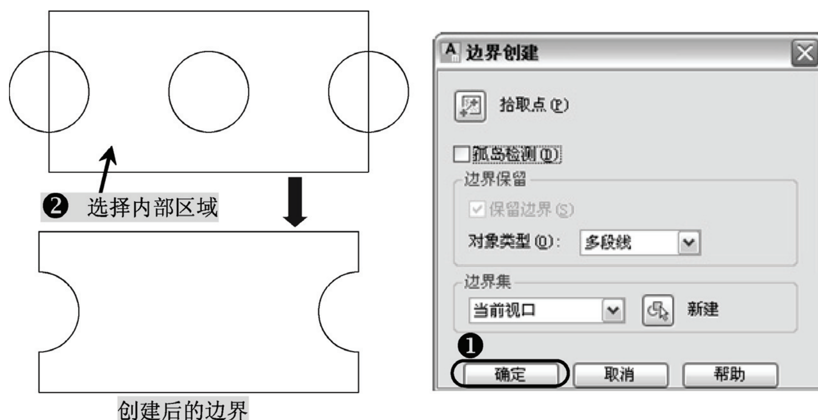


图 2-29 边界创建效果

选项讲解 “边界创建”对话框 知识要点

在执行“边界”后，出现“边界创建”对话框，相关设置项含义如下：

☑ 拾取点：单击选择图形内部区域，通过围绕该点封闭区域的轮廓来确定边界。

☑ 孤岛检测：通过选择点后看该点所在封闭区域内是否还有封闭的区域，如果有，则一同创建出边界。如图 2-30所示。

☑ 对象类型：通过该选项可以确定新形成的边界是多段线还是面域。

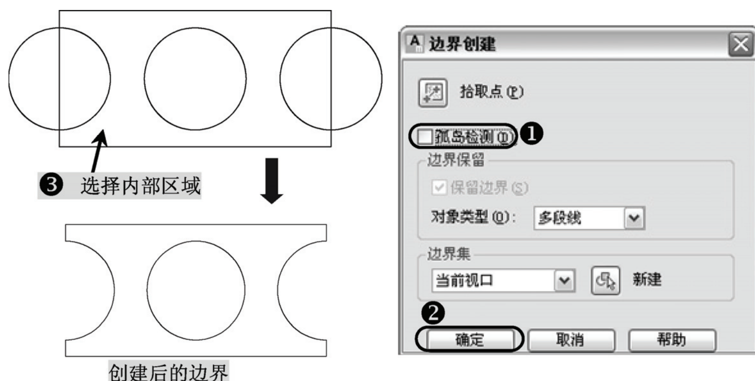


图 2-30 孤岛检测

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，边界有以下几种画法。

1）边界（boundary）：通过该方法，单击选择图形内部区域，则所绘制的边界为围绕该点最小封闭区域边界。

2）外轮廓（amcontout）：通过该方法，选择一个或多个图形，所绘制的边界为这些图形所形成的最外围的轮廓边界。

3）内轮廓（amcontin）：通过该方法，通过单击选择图形内部区域，则所绘制的边界为围绕该点形成的最小封闭边界（不考虑孤岛检测）；如果选择“选择对象”（S）子命令，则选择一个或多个图形，所绘制的边界为这些图形所形成的最里面的轮廓边界，如果有多个互相独立的边界，则通过单击选择区域来确定。

4）轮廓追踪（amcontrace）：如果要创建追踪封闭区域（尤其是由若干对象组成的区域）边界的闭合多段线，轮廓追踪将很有用。用户可以复制该轮廓（多段线）并对其进行处理，例如，计算尺寸或计算惯性矩。该命令提供了两种选择：显示轮廓的开口端或者显示轮廓线段的端点。如果选择显示轮廓的开口端，则仅轮廓端显示。如果选择显示端点，则系统将在每个角点或顶点处停一下，显示坐标并提示用户确定是否以单步模式继续。如果该命令在轮廓中发现一个开口端，它将围绕该点绘制一个小的正方形并反转方向。如果该命令反方向追踪时在轮廓中的同一位置发现另一个开口端，则该位置就是轮廓的开口处。



2.2.9 AutoCAD Mechanical 中投影的开/关设置

投影开/关命令就是将投影十字光标插入到工程图中，各个视图可以通过该十字光标进

行互相投影，从而方便绘制相关的线条。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“投影 开/关命令”，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 构造线 | 投影 开/关”命令。
☑ 工具栏：在“设计”工具栏上单击“投影 开/关”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amprojo”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“构造”面板中，单击“投影”按钮。

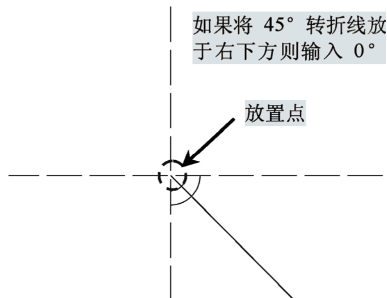


图 2-31　投影十字光标

执行“投影 开/关”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，如图 2-31所示。

```
命令: _amprojo                          // 执行“投影 开/关”
投影 [关(OFF)/开(ON)] <关(OFF)>: ON     // 选择打开投影十字光标
指定插入点:                              // 指定插入点
指定旋转角: 0                            // 输入旋转角
```

技巧提示　关于投影开关



学习笔记



在一个 AutoCAD 模型中，只有一个投影十字光标；如果放置了投影十字光标，在执行“投影 开/关”命令后选择“关（OFF）”项，而后再执行“构造线”命令进行投影，则投影十字光标不起作用。

2.2.10　AutoCAD Mechanical 构造线的绘制

构造线应当称为“辅助线”，它是一种两端无限延伸的直线。构造线在控制草图的几何关系和尺寸关系方面，有着极其重要的作用。

在 AutoCAD 中，无限长线不会改变图形的总面积。因此，它们的无限长标注对缩放或视点没有影响，并被显示图形范围的命令所忽略。和其他对象一样，无限长线也可以移动、旋转和复制。在打印之前，可能需要在可以冻结或关闭的构造线图层上创建无限长线。

构造线可以放置在三维空间中的任意位置。可以使用多种方法指定它的方向。创建直线的默认方法是两点法，即指定两点定义方向。第一个点是构造线概念上的中点，即通过“中点”对象捕捉捕捉到的点，再指定另一点来确定构造线对象。

在 AutoCAD 中绘制构造线对象，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 / 构造线”命令。
☑ 工具栏：在“设计”工具栏上单击“构造线”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“xline”命令,快捷键〈X+L〉。或者输入“amconstlines”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“构造”面板中，单击“构造线”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 中，有多种方法绘制构造线，见表 2-4。

表 2-4　AutoCAD Mechanical 构造线的绘制方法

示意图	命令	描　　述
	amconstlines	执行该命令后，会出现“构造线”对话框，根据对话框中内容绘制相应的构造线
	amautoclines	执行该命令后，会出现“自动创建构造线”对话框，根据对话框中内容选择相应目标对象进行自动绘制构造线
	amconsthor	绘制一条水平的构造线
	amconstver	绘制一条竖直的构造线
	amconstcrs	绘制一条互相垂直的十字构造线
	amconsthb	在指定两个点或者指定点或角度时绘制构造线
	amconsthw	通过指定相对于穿过某个点的外观线所成的角度绘制通过该点的构造线
	amconstpar	绘制与现有线平行且相距指定距离的构造线
	amconstpar2	绘制与现有线平行的构造线，并二等分选定线与指定点或指定距离之间的距离
	amconstlot2	绘制通过指定点且与由其他点或角度指定的方向垂直的构造线
	amconsthm	绘制与指定线垂直的构造线
	amconsthm	绘制二等分角度的构造线
	amconstxray	绘制起始于某个点的构造线并使其在一个方向上无限延伸
	amconstxline	绘制通过某个点的构造线，该线在两个方向上无限延伸
	amconstz	在 Z 轴方向上绘制构造线

执行 AutoCAD Mechanical 的“构造线”命令（amconstlines）后，会出现“构造线”对话框，如图 2-32所示。

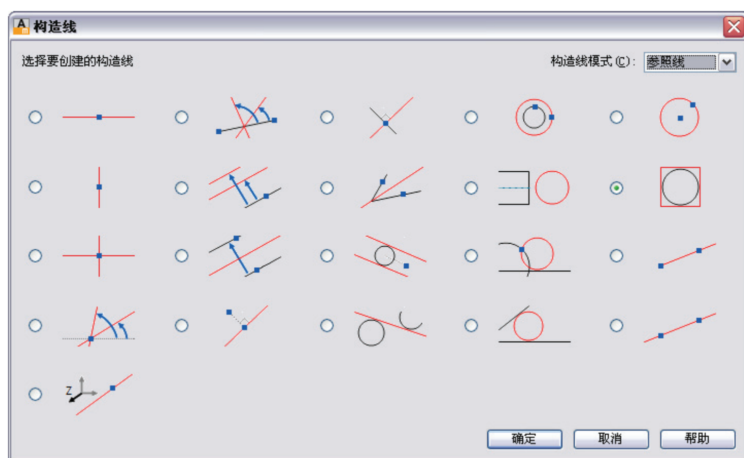


图 2-32　“构造线”对话框

在“构造线”对话框中，各个选项的含义见表 2-5。

表 2-5　AutoCAD Mechanical 构造线的方式

示意图	描　述	示意图	描　述
构造线模式(C)	通过该模式可以更改绘制的线为射线还是参照线		创建十字构造线
	绘制一条水平的构造线		以一半距离创建平行构造线
	从直线的相对角创建构造线		创建两条与圆相切的平行构造线
	创建垂直构造线		创建与直线相切的构造圆
	创建与圆同心的构造圆		以指定点为起点创建构造线
	创建构造圆		通过定义两点或一个角来创建构造线
	绘制一条竖直的构造线		创建与两点连线垂直的构造线
	以整个距离创建平行构造线		创建与两个圆相切的构造线
	创建角的等分构造线		创建与两条直线相切的构造线
	在轴端点创建圆		创建始于一点向两个方向延伸的构造线
	在圆周围创建矩形构造线		创建沿 Z 方向的构造线

执行“两条与圆相切的平行构造线”选项后，在命令行中将显示如下提示信息，如图 2-33所示。

命令: _amconstlines　　　　　　　　// 执行“两条与圆相切的平行构造线”命令
选择 圆 或 圆弧:　　　　　　　　　// 选择对象圆
指定第二点或角度 (xx | xx | xx..) <30>: 30　　　// 输入与水平线的夹角
选择 圆 或 圆弧:　　　　　　　　　// 确定

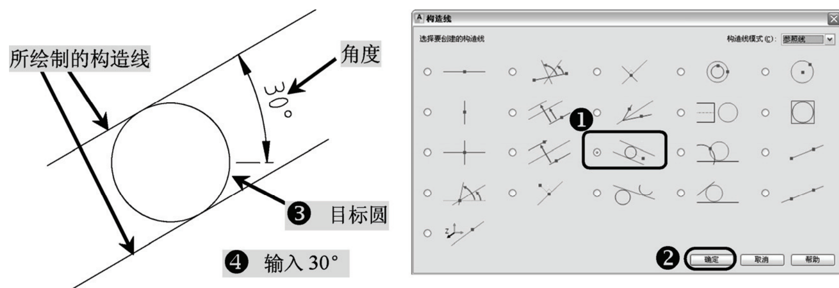


图 2-33　绘制构造线

技巧提示 常用构造线方式

学习笔记



在“常用”选项卡的“构造”面板中单击“构造圆”旁边的下拉按钮，将会出现 8 种常用的“构造线”绘制方式，从而不必进入“构造线对话框”选择相关选项。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，执行“自动创建构造线”命令（amautoclines）后，会出现“自动创建构造线”对话框，用户可根据示意图选择相关选项绘制想要的构造线，如图 2-34所示。



图 2-34 “自动创建构造线”对话框

一学即会 自动创建构造线

视频：自动创建构造线.avi
案例：自动创建构造线.dwg

2 练习

在本例中讲解了构造线及投影开关的使用方法，下面通过自动创建构造线来进行训练，掌握构造线和投影开关命令的各种绘制方法和技巧。其操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\02\练习自动创建构造线.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键，将当前文件另存为“案例\02\自动创建构造线.dwg”文件。

2）执行“投影 开/关”命令（amprojo），选择执行“开”（on）子命令，将投影十字光标插入到两图之间靠下的地方，再单击右下方以确定投影旋转角，如图 2-35所示。

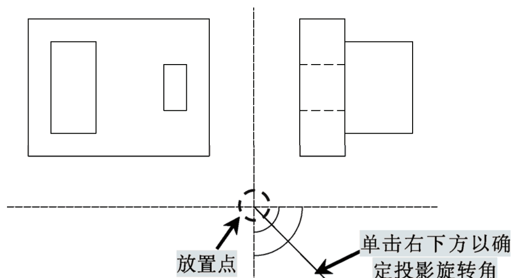
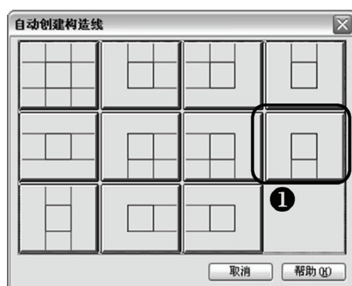


图 2-35 绘制十字投影光标

3）执行“自动创建构造线”（amautoclines），选择执行“竖直向下的构造线”选项，然后框选“主视图”，系统自动创建构造线，如图 2-36所示。



```
命令: _amautoclines                          // 执行“自动创建构造线”命令
只考虑外形轮廓层、隐藏层及中心线图层上的对象      // 系统提示
选择对象: 指定对角点: 找到 3 个                // 框选图形
选择对象:                                    // 确定
```



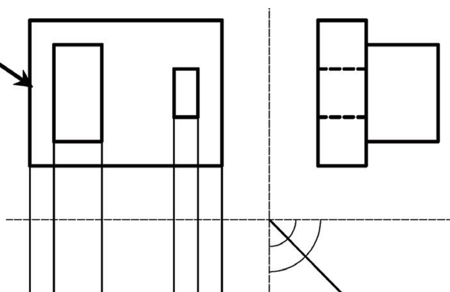


图 2-36　框选“主视图”自动绘制构造线

4）执行“自动创建构造线”（amautoclines），选择执行“竖直向下的构造线”选项，然后框选“左视图”，系统自动创建构造线，如图 2-37所示。

```
命令:  _AMAUTOCLINES                         // 执行“自动创建构造线”命令
只考虑外形轮廓层、隐藏层及中心线图层上的对象      // 系统提示
选择对象: 指定对角点: 找到 9 个                // 框选图形
选择对象:                                    // 按〈Enter〉键确定
```

5）在“常用丨图层”中选择“粗实线”图层，使之成为当前图层。执行“直线”命令（l），根据“主视图”和“左视图”所自动创建的构造线绘制“俯视图”中的可见轮廓线。如图 2-38所示。

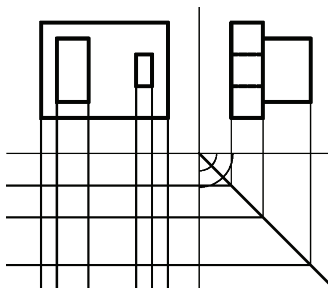


图 2-37　框选“左视图”自动绘制构造线

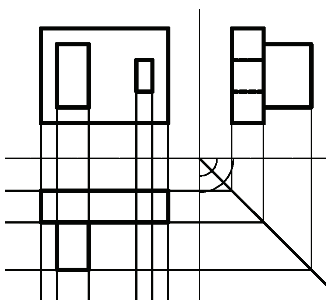
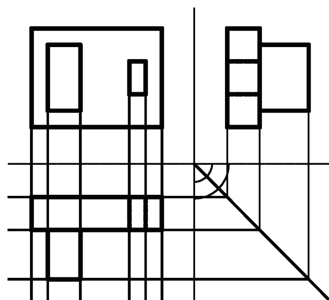
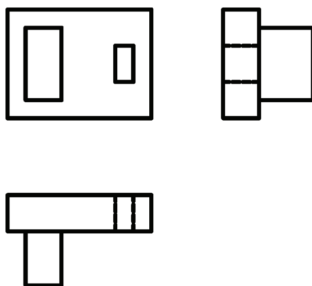


图 2-38　绘制可见轮廓线

6）在“常用丨图层”中选择“粗虚线”图层，使之成为当前图层。执行“直线”命令（L），根据“主视图”和“左视图”所自动创建的构造线绘制“俯视图”中右边 5×10 矩形孔的不可见轮廓线，如图 2-39所示。

7）执行“删除”命令（e），删除所有的构造线和投影十字光标，如图 2-40所示。


图 2-39 绘制不可见轮廓线


图 2-40 删除多余线条

8）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。



2.2.11 AutoCAD Mechanical 射线/直线的转换

该命令是在直线和射线之间切换构造线，激活射线时，构造线向一端无限延伸；激活参照线时，构造线向两端无限延伸。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行射线/直线转换命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 构造线 | 射线/直线转换”命令。
☑ 工具栏：在“构造编辑”工具栏上单击“射线/直线转换”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amconstswi”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“构造”面板中，单击“射线/直线转换”按钮。

执行“射线/直线转换”命令后，在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: _amconstswi          // 执行“射线/直线转换”命令
激活射线                   // 系统提示已经激活射线模式
```

“射线 | 直线转换”命令是转换“构造线对话框”中的“构造线模式”的，单独使用没有意义。

技巧提示　射线/直线转换的应用　学习笔记



在执行“常用”选项卡的“构造”面板中单击“构造圆”旁边的下拉按钮中出现的几个命令时，需要的是射线构造线，但又不想进入“构造线对话框”进行设置，则可执行“射线/直线转换”命令后再去执行其他的命令，所绘制的构造线就是射线。



2.2.12 AutoCAD Mechanical 中追踪轮廓

追踪轮廓是指在构造线或构造线圆上追踪轮廓绘制多段线。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“追踪轮廓”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 构造线 | 追踪轮廓”命令。

☑ 工具栏：在“构造编辑”工具栏上单击“追踪轮廓”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtrcont”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“构造”面板中，单击“追踪轮廓”按钮。

执行“追踪轮廓”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，如图 2-41所示。

```
命令: _amtrcont                                          // 执行“追踪轮廓”命令
指定第一点:                                              // 指定第一点
为直线选择下一点或 [放弃(U)/闭合(C)] <绘制圆弧(A)>:      // 指定下一点
为直线选择下一点或 [放弃(U)/闭合(C)] <绘制圆弧(A)>: a    // 执行“绘制圆弧”命令
选择圆弧上的点:                                          // 选择圆弧上的点
端点:                                                    // 指定下一点
为直线选择下一点或 [放弃(U)/闭合(C)] <绘制圆弧(A)>:      // 确定
```

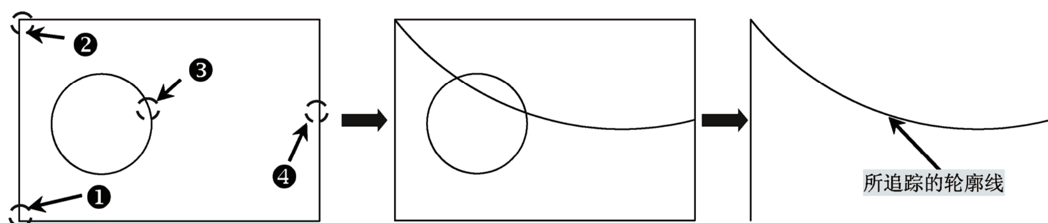


图 2-41　追踪轮廓

技巧提示　追踪轮廓与多段线命令的区别　　学习笔记



如果在对象捕捉设置中没有开启最近点选项，那么多段线命令将不能直接在圆弧上选取最近点，而追踪轮廓命令则可以在圆弧上选取最近点。



2.2.13　AutoCAD Mechanical 使轮廓线可见

如果在绘制图形时，所绘制的构造线覆盖在轮廓线上，则可以使用“使轮廓线可见”命令使轮廓线在最上层。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“使轮廓线可见”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘图 | 构造线 | 使轮廓线可见”命令。
☑ 工具栏：在“构造编辑”工具栏上单击“使轮廓线可见”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ammcontv”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“构造”面板中，单击“使轮廓线可见”按钮。

一学即会　联轴器的绘制练习　　视频：联轴器的绘制.avi　案例：接触轴.dwg　　2 练习

在本例中先运用对称线命令来绘制连接轴左视图的轮廓，修剪成为完整视图；再通过圆

命令以及过整圆的十字中心线等命令来绘制连接轴的主视图；最后通过投影线的方式来绘制俯视图。其操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\02\综合练习.dwg”文件。

2）在“常用｜图层”中选择“粗实线”图层，使之成为当前图层。执行“对称线”命令（amsymline），绘制一条水平长 75 的对称线；从水平对称线右端点附近选择一点作为起始点，开始绘制对称的线段，绘制方向和尺寸依次为：向上 10，向左 4，向下 1.5，向左 1.5，向上 1.5，向左 7.5，向上 2.5，向左 22，向上 17.5，向左 5，向下 15，向左 32，向下 7，向右 25，向上 4，向右 4，向下 4，向右下 9.24 且与水平线的夹角为 60°，交于对称线上，如图 2-42所示。

3）执行“打散”命令（x），将图形打散；执行“合并”命令（J），按照图示位置选择相关线段进行上下合并，如图 2-43所示。

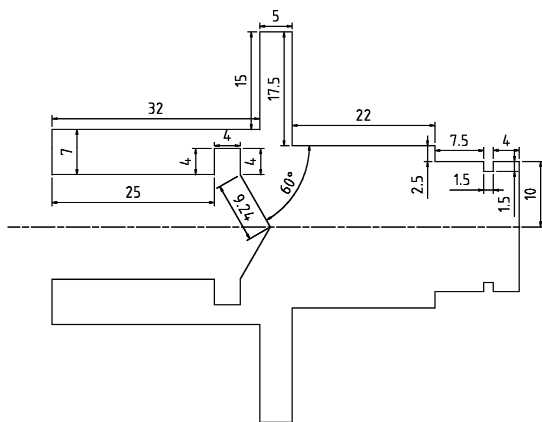


图 2-42　绘制对称线段

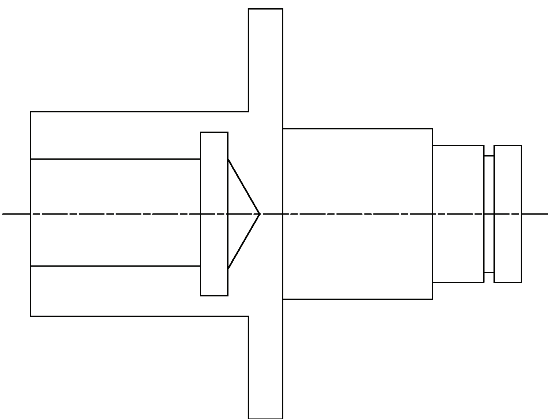


图 2-43　合并线段

4）执行“圆”命令（c），在图的右边空白处绘制同心圆，直径分别为：16，17，20，24，25，30，60，将直径为 17，20，24，25 的圆转换为虚线；执行“移动”命令（M），使同心圆圆心与左图的水平中心线水平对齐。如图 2-44所示。

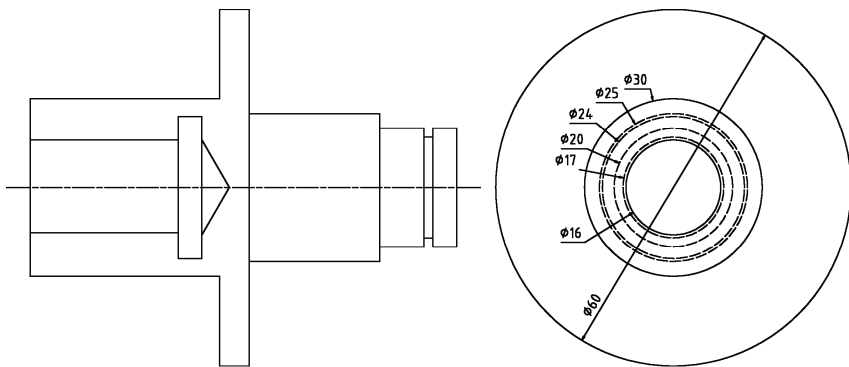


图 2-44　绘制同心圆

5）执行“矩形”命令下的“中心”子命令，以圆心为矩形中心点，输入“@2.5，5”，绘制一个 5×10 的矩形。执行“移动”命令（m），将矩形向下移动 5.2。

6）执行“打散”命令（x），将矩形打散；执行“修剪”命令（tr），对矩形和直径为 16 的圆进行修剪。如图 2-45所示。

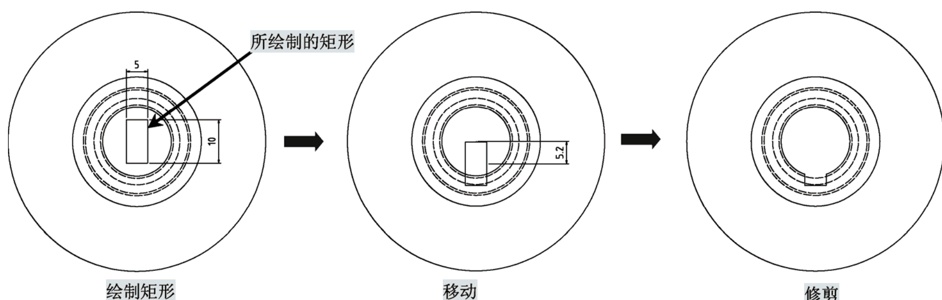


图 2-45　绘制矩形，移动并修剪

7）执行“构造线”命令（amconstlines），选择“水平构造线”命令，以第 5 步移动后的矩形下面的水平线段为放置点，绘制一条水平的构造线，投影在左边的视图；执行“直线”命令（L），在左边视图相关位置绘制一条水平的直线段。如图 2-46所示。

8）执行“中心线”命令下面的“过孔的十字中心线”（amcencrinhole）子命令，单击右边的视图中直径为 60 的圆并确定，绘制该图的十字中心线。如图 2-47所示。

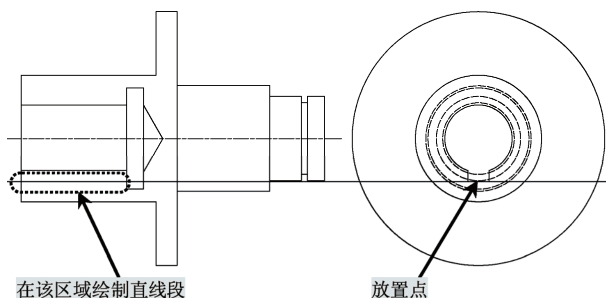


图 2-46　绘制水平构造线

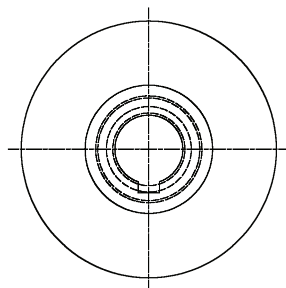


图 2- 47　绘制中心线

9）执行“中心线”命令下面的“过整圆的十字中心线”（amcencrfullcircle）子命令，选择圆心为中心点，输入直径为 45，选择“标准零件”(S)选项，输入将要绘制零件的十字中心线的直径，数值为 6，输入 360 度中分布有多少条中心线，数量为 3，输入指定旋转角，角度为 360°，将会出现“选择孔/螺纹孔”对话框，依次选择“孔→圆柱通孔→自定义通孔→输入公称直径 6→完成”，绘制三个直径为 6 的圆，如图 2-48所示。

10）执行“投影 开/关”命令（amprojo），选择“开”（ON）子命令，将投影十字光标插入到两图之间靠下的地方，再单击左下方以确定投影旋转角，如图 2-49所示。

11）执行“自动创建构造线”（amautoclines），选择执行“竖直向下的构造线”选项，然后框选“主视图”和“右视图”，系统自动创建构造线，如图 2-50所示。

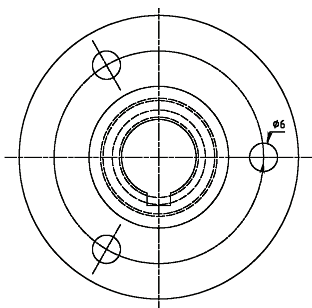


图 2-48　绘制 3 个均布的孔

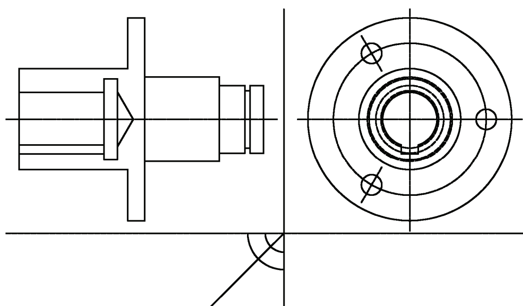


图 2-49　绘制构造线

技巧提示　自动创建构造线

学习笔记



在制图时，如果投影线比较多，则会影响用户区分图形结构，作者建议取一小部分进行投影，将整体分散绘制，这样可以避免线条区分不清的情况。

12）执行“直线”命令（l），根据“主视图”和“右视图”所自动创建的构造线绘制“俯视图”中的可见轮廓线。

13）执行“删除”命令（e），将构造线删除，执行“修剪”命令（tr），将多余线条进行修剪，如图 2-51所示。

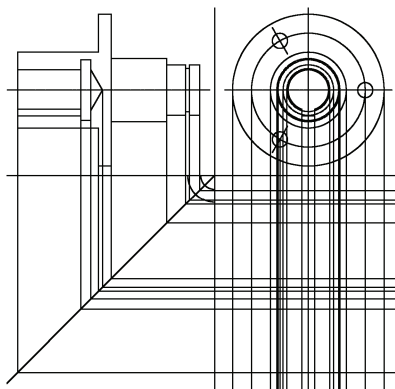


图 2-50　自动创建构造线

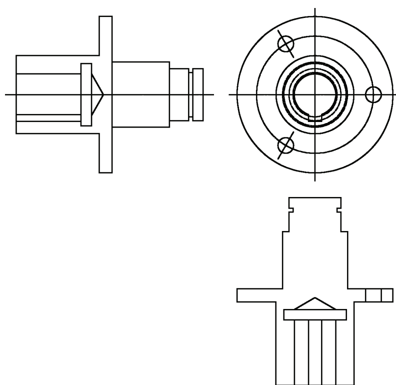


图 2-51　绘制“俯视图”轮廓线

14）执行“剖切线”命令（amsectionline），以“主视图”水平中心线左端点水平靠左的地方为起点，以水平中心线右端点水平靠右的地方为下一点，确定，输入剖切符号 A，将鼠标移动到水平中心线上方，单击“确定”，提示“指定视图名称的原点”，将鼠标移动到图形正上方单击确定，如图 2-52所示。

15）执行“局部详图”命令（amdetail），在“右视图”中以图示指定位置为圆心，输入半径 4，在“局部”对话框中，“局部视图比例”选择“按绝对比例指定 2∶1”，“视图名称”填“B”，勾选“注释引线”，进入“设置”对话框，勾选“显示视图边框”复选框，取消“显示连接线”复选框，完成并退出对话框，将视图移动到下方合适位置单击“确定”即可，如图 2-53所示。

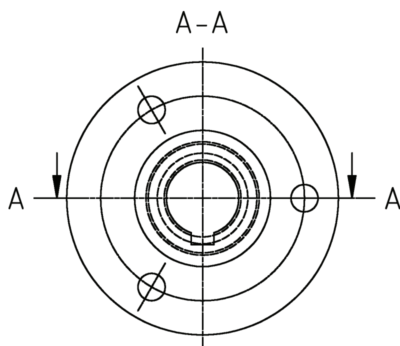


图 2-52　绘制剖切符号

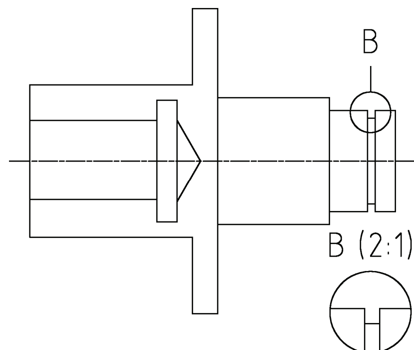


图 2-53　绘制局部详图

16）执行“局部剖切线”命令（ambroutline），在“右视图”中图示位置绘制一条局部剖切线，如图 2-54所示。

17）在“常用/图层”中选择“剖切线”图层，使之成为当前图层。执行“填充”命令（H），选择图案为“ANSI31”，比例为 1，对“右视图”左边的局部剖切部分和“俯视图”分别进行填充。如图 2-55所示。

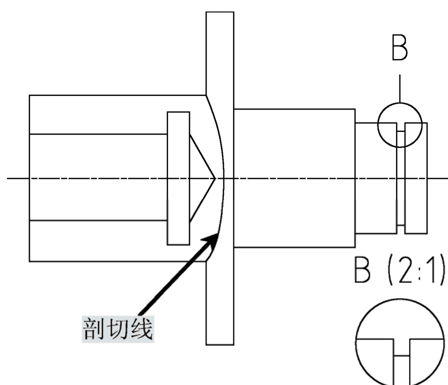


图 2-54　绘制局部视图

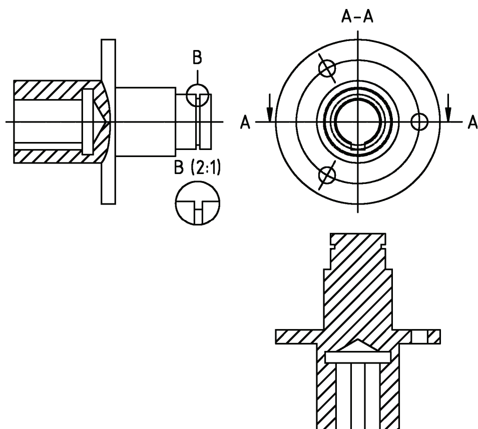


图 2-55　填充剖切线

18）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

第 3 章

AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 的图元编辑工具

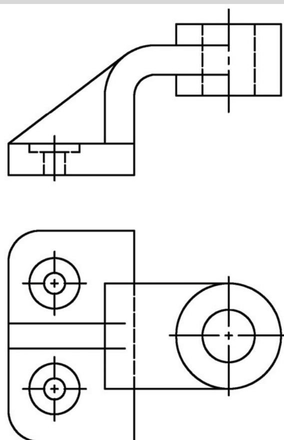
内容摘要

绘图时，需要配合相应的图元编辑工具，才能绘制出更加灵活、复杂、符合要求的图形对象，包括 AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 的共同图元编辑工具及 AutoCAD Mechanical 特有的图元编辑工具。

通过本章的学习读者应对系统了解以下操作方法。

- 了解共有的图元复制、镜像、偏移和阵列的操作方法
- 了解共有的图元移动、旋转、拉伸的操作方法
- 了解共有的图元修剪、延伸、打断和分解的操作方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的关联消隐、二维消隐操作方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的删除、移动、复制和旋转操作方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的增强操纵器、比例缩放操作方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的合并单元、倒圆角等操作方法
- 掌握综合练习——结构件的绘制





3.1 AutoCAD和AutoCAD Mechanical相同的图元编辑工具

3 掌握

AutoCAD Mechanical 与 AutoCAD 有一些相同的图元编辑工具，包括复制、镜像、偏移、阵列、移动、旋转、拉伸、修剪、延伸、打断、分解，下面将对这些工具进行简要讲解。



3.1.1 对象的复制

通过“复制”命令，可以从源对象指定的角度和方向来创建指定对象的单个或多个副本。

要执行“复制”命令，用户可以通过以下 4 种方法，操作步骤如图 3-1所示。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 复制”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“复制”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“copy”命令（快捷键〈C+O〉)。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“复制”按钮。

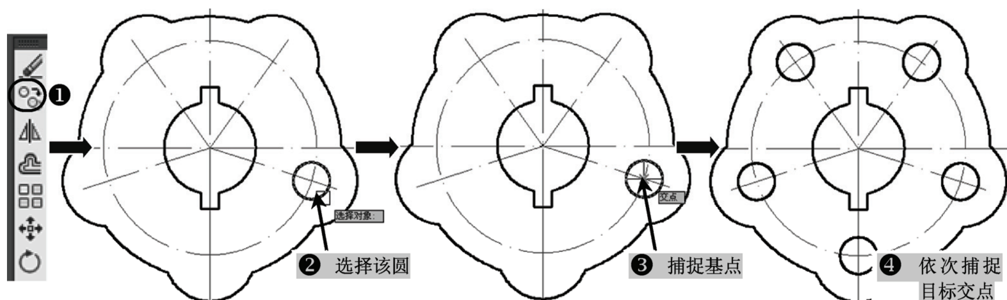


图 3-1　复制对象

技巧提示　复制阵列

学习笔记



有时用户需要将图形向某一方向均布复制，但又觉得阵列麻烦，这时可以使用复制下面的阵列选项，进行均布复制。



3.1.2 对象的镜像

镜像命令是将对象图形在对称线上进行投影，投影后的图形被放置在对称线的另一边。对称线两边的图形上互相对称的任意一点到对称线的距离相等。

要执行“镜像”命令，用户可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 3-2所示。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 镜像”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“镜像”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“mirror”命令（快捷键〈M+I〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“镜像”按钮。

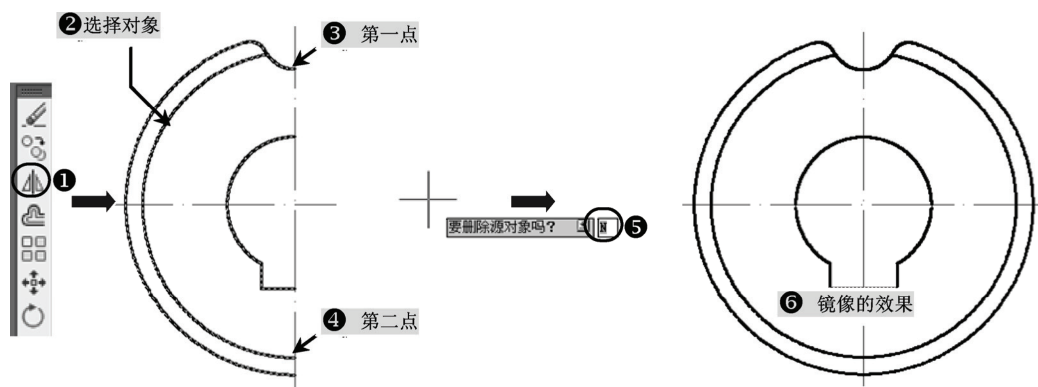


图 3-2　镜像对象

使用镜像命令时会提示是否选择删除源对象，如果删除，则保留镜像后的图形，如果不删除，则镜像前的图形和镜像后的图形都保留。

技巧提示　关于镜像文字

学习笔记



输入“MIRRTEXT”命令，在提示中输入值“1”，即可镜像文字。在塑料模具中，有时型腔要晒材料、日期章、循环标识等，那么在型腔中就要用镜像后的文字来标识。



3.1.3　对象的偏移

偏移命令指的是直线或者弧线上任意一点的移动，移动距离和输入数据有关。

要执行“偏移”命令，用户可以通过以下 4 种方法，操作步骤如图 3-3所示。

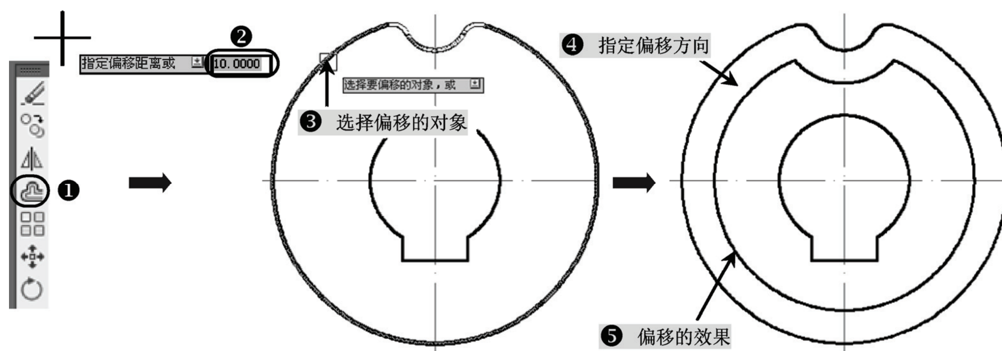


图 3-3　偏移对象

☑ 菜单栏：选择“修改｜偏移”命令。
☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“偏移”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“offset”命令（快捷键〈O〉）；或者输入“amoffset”。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“偏移”按钮。



技巧提示　关于偏移　学习笔记



1）有时用户需要将线条向某一方向进行多次偏移，但重复执行偏移命令较麻烦，这时可以使用偏移下面的“多个”选项进行等距偏移。

2）有时用户要偏移某尺寸的一半，则需要计算后再偏移，这样比较麻烦，可以在偏移尺寸上输入“*/2”；如果该尺寸是个小数，则该方法系统不能识别，需要进行转换，如将“15.55/2”转换为“1555/200”。

3.1.4　对象的阵列

阵列就是将选定的对象图形按照一定规律进行多重复制，可以按照“矩形”、“路径”、“环形”的方式进行阵列。

要执行“阵列”命令，用户可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 3-4所示。

☑ 菜单栏：选择“修改｜阵列”命令。
☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“阵列”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“arraye”命令（快捷键〈A+R〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“阵列”按钮。

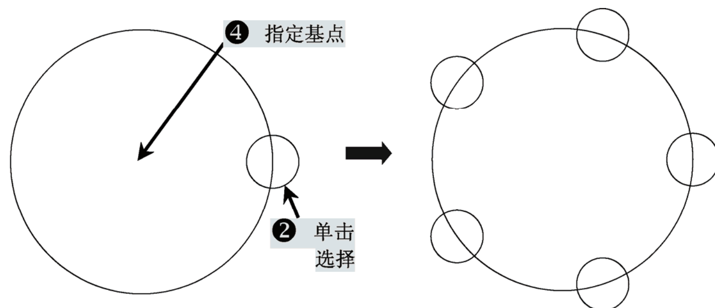


图 3-4　阵列对象

阵列有 3 种类型，即“矩形（r）”、“路径(pa)”和“极轴(po)”。

1）矩形（r）：可以控制对象图形行和列的数目，以及它们之间的距离。

2）路径（pa）：可以使对象图形沿某一线条的路径进行阵列，可以控制该对象图形沿路径方向对齐。

3）极轴（po）：将选择的对象按照指定的中心点，并输入相应的数目来进行环形阵列，

并且可以决定是否旋转副本。



3.1.5 对象的移动

通过移动命令，可以将对象图形从一个位置移动到另一个位置，移动前与移动后，除了位置坐标发生相对改变外，图形的其他特征不会发生改变。

要执行“移动”命令，用户可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 3-5所示。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 移动”命令。
☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“移动”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“move”命令（快捷键〈M〉)。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“移动”按钮。

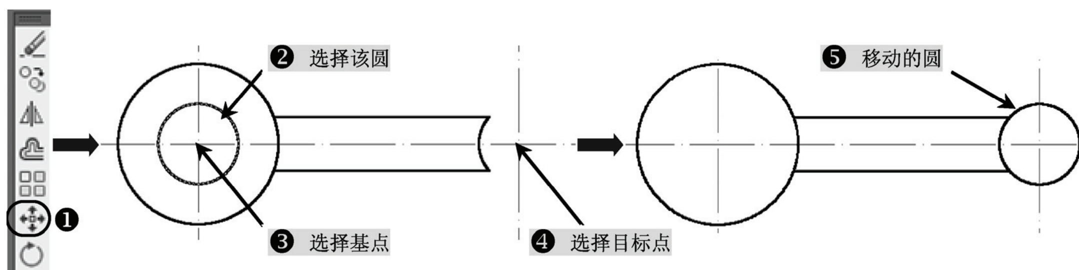


图 3-5　移动对象



3.1.6 对象的旋转

旋转是在平面内将一个图形绕基点旋转一个角度，该基点叫做旋转中心，旋转的角叫做旋转角；如果图形上的点 A 经过旋转变为点 A'，那么这两个点叫做这个旋转的对应点。

要执行“旋转”命令，用户可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 3-6所示。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 旋转”命令。
☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“旋转”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“rotate”命令（快捷键〈R+O〉)。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“旋转”按钮。

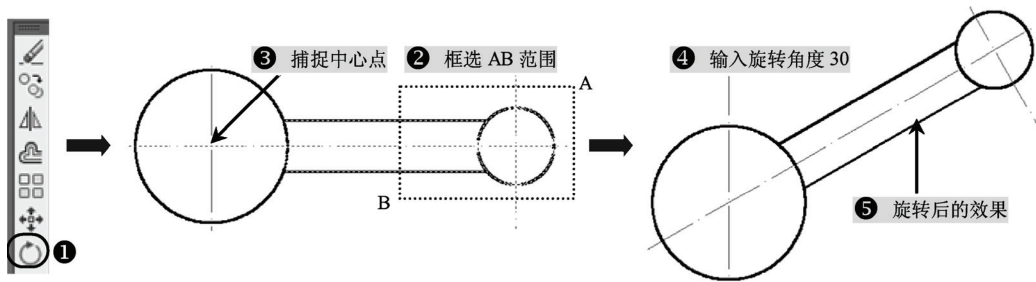


图 3-6　旋转对象





3.1.7 对象的拉伸

拉伸是指改变对象的形状，该命令下选择对象时只能使用交叉窗口的方式。当对象有端点在交叉窗口的选择范围时，交叉窗口内的部分将被拉伸，交叉窗口外的端点将保持不变。

要执行“拉伸”命令，用户可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 3-7所示。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 拉伸”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“拉伸”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“stretch”命令（快捷键〈S〉)。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“拉伸”按钮。

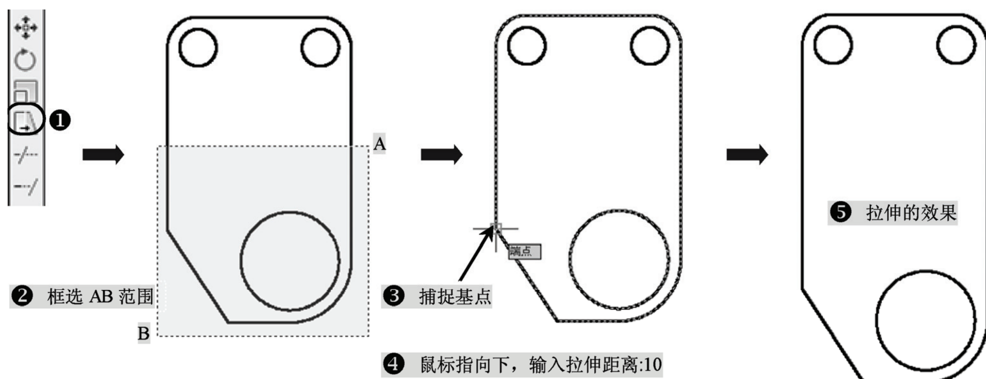


图 3-7　拉伸对象



3.1.8 对象的拉长

拉长是通过输入增量值对图形的长度进行拉长和缩短，拉长对象可以是圆弧也可以是直线。圆弧拉长后，它的直径圆心等参数不会发生改变，直线拉长后，它的角度参数不会发生改变。

要执行“拉长”命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 拉长”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“拉长”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“lengthen”命令（快捷键〈L+E+N〉)。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“拉长”按钮。

技巧提示　用拉长命令绘制螺纹的 3/4 圆弧

学习笔记



按照机械制图要求，螺纹 3/4 圆弧应该超出 270°，如果用打断方式去绘制，操作起来比较麻烦，对于这种情况，可以修剪后用拉长命令下面的增量去绘制，步骤为：LEN→DE→A→角度→单击线段要延长的那一端。



3.1.9　对象的修剪

修剪是指用线条切割边去对所要修剪的线条进行裁剪。

要执行"修剪"命令，用户可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 3-8所示。

☑ 菜单栏：选择"修改 | 修剪"命令。

☑ 工具栏：在"修改"工具栏上单击"修剪"按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入"trim"命令（快捷键〈T+R〉)。

☑ 面　板：在"常用"选项卡的"修改"面板中，单击"修剪"按钮。

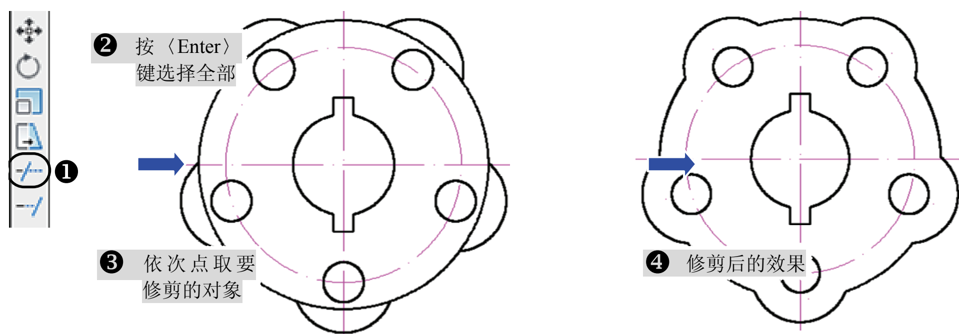


图 3-8　修剪对象



3.1.10　对象的延伸

延伸是指把选定的没有闭合的图形线条延伸到指定的图形线条上。

要执行"延伸"命令，用户可以通过以下 4 种方法，其操作步骤如图 3-9所示。

☑ 菜单栏：选择"修改 | 延伸"命令。

☑ 工具栏：在"修改"工具栏上单击"延伸"按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入"extend"命令（快捷键〈E+X〉)。

☑ 面　板：在"常用"选项卡的"修改"面板中，单击"延伸"按钮。

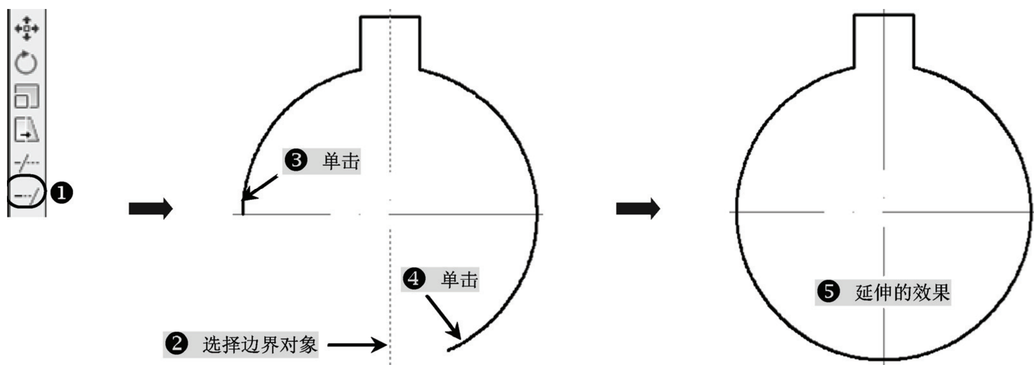


图 3-9　延伸对象

技巧提示 延伸的条件 学习笔记



如果要将 A 线条延伸到的 B 线条上，那么 B 线条至少要超过 A 线条延伸假想线，否则不能延伸。



3.1.11 对象的打断

打断是将一个图形线条分割成为两部分。

要执"打断"命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择"修改 | 打断"命令。
☑ 工具栏：在"修改"工具栏上单击"打断"按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入"break"命令（快捷键〈B+R〉)。
☑ 面　板：在"常用"选项卡的"修改"面板中，单击"打断"按钮。



3.1.12 对象的分解

分解是把一个整体图形分散成多个线条。

要执行"分解"命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择"修改 | 分解"命令。
☑ 工具栏：在"修改"工具栏上单击"分解"按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入"explode"命令（快捷键〈X〉)。
☑ 面　板：在"常用"选项卡的"修改"面板中，单击"分解"按钮。

3.2 AutoCAD Mechanical增强的图元编辑工具

3 掌握

AutoCAD Mechanical 提供了一些特有的增强编辑工具，包括关联消隐、二维消隐、删除、移动/复制和旋转、增强操作器、比例缩放、合并单元、倒角、圆角等，下面将对其中的主要项进行详细讲解。



3.2.1 AutoCAD Mechanical 的关联消隐

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，关联消隐有以下两种方式。

1）创建关联隐藏位置：命令"amshide"。创建关联隐藏位置就是在指定哪些对象位于前景、哪些对象位于背景中时，绘制隐藏线以表示隐藏边界。

2）编辑关联隐藏位置：命令"amshideedit"。编辑关联隐藏位置就是编辑通过 AMSHIDE 命令创建的隐藏位置。

1．创建关联消隐位置

指定哪些对象位于前景、哪些对象位于背景中时，绘制隐藏线以表示隐藏边界。修改或

移动属于使用该命令所创建的“隐藏位置”的对象时，隐藏线将自动进行更新。隐藏位置可以包含多个重叠层。

在 AutoCAD Mechanical 中，要执行“关联消隐”命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 关联消隐”命令。
☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“关联消隐”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amshide”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“关联消隐”按钮。

执行“创建关联隐藏位置”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，效果如图 3-10 所示。

```
命令: _amshide                    // 执行“创建关联隐藏位置”命令
选择前景对象: 找到 1 个           // 选择准备放在前面的图形
选择前景对象:
正在重生成模型。                  // 系统重生模型
```

当选择前景对象确定后，会出现“隐藏位置”对话框，如图 3-11所示。

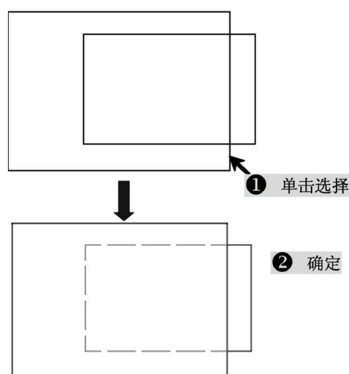




图 3-10　关联消隐结果

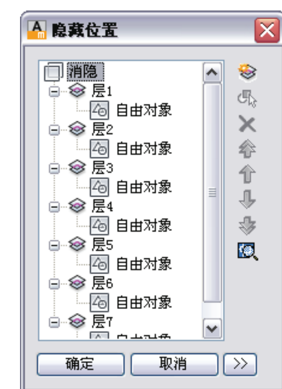


图 3-11　“隐藏位置”对话框

选项讲解　“隐藏位置”对话框

知识要点

☑ 层（层1）：表示该关联消隐的叠放层次，排在最前面的层就是图形中最上面的对象。
☑ 新建层（）：可以通过该选项新建一个层，如果想在一个层的图形下面新建一个层，就应该在该层后面新建一个层。
☑ 选择对象（）：可以通过该选项去添加对象图形。
☑ 删除（）：删除层中的图像图形。
☑ 前置、后置（）：用以调整层之间的关系，可以把层往前移动一层，也可以往后移动一层。
☑ 前移、后移（）：把对象图形移动到上一个层，或者移动到下一个层。
☑ 预览（）：临时隐藏对话框以显示工程图。

单击“隐藏位置”对话框中的“展开”按钮，就会在右边出现扩展功能选项，如

图 3-12所示。当用户单击“消隐”“层”“自由对象”时，右边会出现相关的功能选项，用于设置隐藏相关的参数。

单击“设置”，就会出现“隐藏选项”对话框，如图 3-13所示。用户可对隐藏相关进行设置。



图 3-12　展开扩展功能的“隐藏位置”对话框

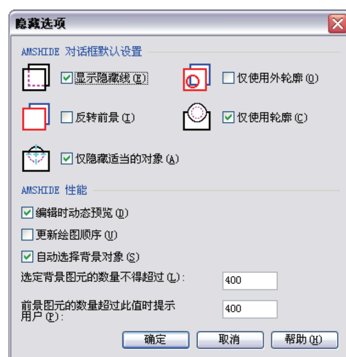


图 3-13　“隐藏选项”对话框

2．编辑关联消隐位置

执行“编辑关联隐藏位置”命令后，在命令行中将显示如下提示信息。当选择要编辑的对象后，会出现“隐藏位置”对话框，用户可以在对话框里面进行设置，如图 3-14所示。

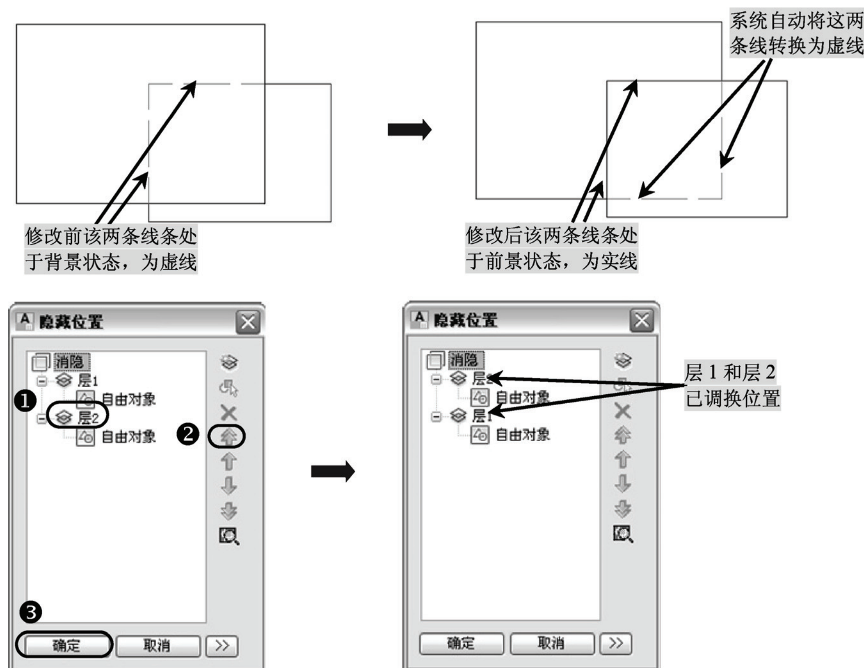


图 3-14　编辑关联隐藏位置结果

命令: _amshideedit　　// 执行“编辑关联隐藏位置”命令
选择要编辑的隐藏位置:　　// 选择要编辑的位置
正在重生成模型。　　// 系统重生成模型



3.2.2 AutoCAD Mechanical 的二维消隐

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，二维消隐主要有两种方式。

1）隐藏不可见边：命令“am2dhide” 。定义前景区域，后面的图形自动成为背景，背景与前景重叠部分将会被隐藏。

2）编辑隐藏边：命令“am2dhidedit” 。对创建的二维消隐部分进行编辑。

1．隐藏不可见边

指定哪些对象位于前景、哪些对象位于背景中时，绘制隐藏线以表示隐藏边界。通过提示用户选择对象，该命令可以确定前景和背景。用户可以细化选择，以及选择如何在“创建隐藏位置”对话框中表示不可见边。对象可以同时从属于多个隐藏位置。例如，一个对象可以是某一隐藏位置中前景的一部分，同时也可以是其他隐藏位置中背景的一部分。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“二维消隐”命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 二维消隐”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“二维消隐”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“am2dhide”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“二维消隐”按钮。

执行“隐藏不可见边”命令（am2dhide）后，在命令行中将显示如下提示信息。当选择前景对象确定后，会出现“创建隐藏位置”对话框，如图 3-15所示。

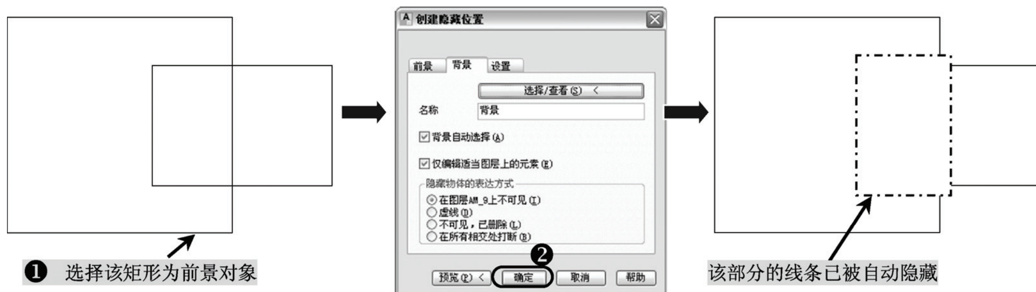


图 3-15　创建隐藏位置对话框

```
命令: _am2dhide                    // 执行“隐藏不可见边”命令
为前景选择对象:找到 1 个            // 选择前景对象
为前景选择对象:                    // 确定
```

“创建隐藏位置”对话框下面有“前景”“背景”“设置”三个选项卡，如图 3-16、图 3-17、图 3-18所示。

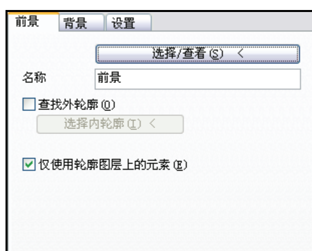


图 3-16　前景选项卡



图 3-17　背景选项卡

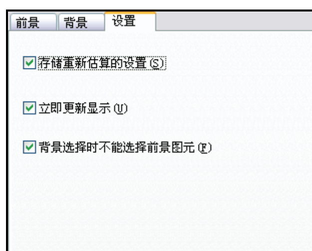


图 3-18　设置选项卡

选项讲解 “创建隐藏位置”对话框的一些选项 知识要点

☑ 选择/查看：亮显并编辑前景对象的选择集。
☑ 查找外轮廓：确定适当的轮廓线，不能将内轮廓定义为孤岛。
☑ 名称：为背景指定一个名称，方便管理背景。
☑ 背景自动选择：选择前景后，背景的对象被自动确定，前景上的对象被排除在选择之外。
☑ 仅编辑适当图层上的元素：当隐藏不可见边时忽略中心线。
☑ 隐藏物体的表达方式：被隐藏的线条在屏幕上的显示方式。

2．编辑隐藏边

执行“编辑隐藏边”命令（am2dhidedit）后，在命令行中将显示如下提示信息。选择对象图形并确定后，会出现“修改隐藏位置”对话框，如图 3-19所示。

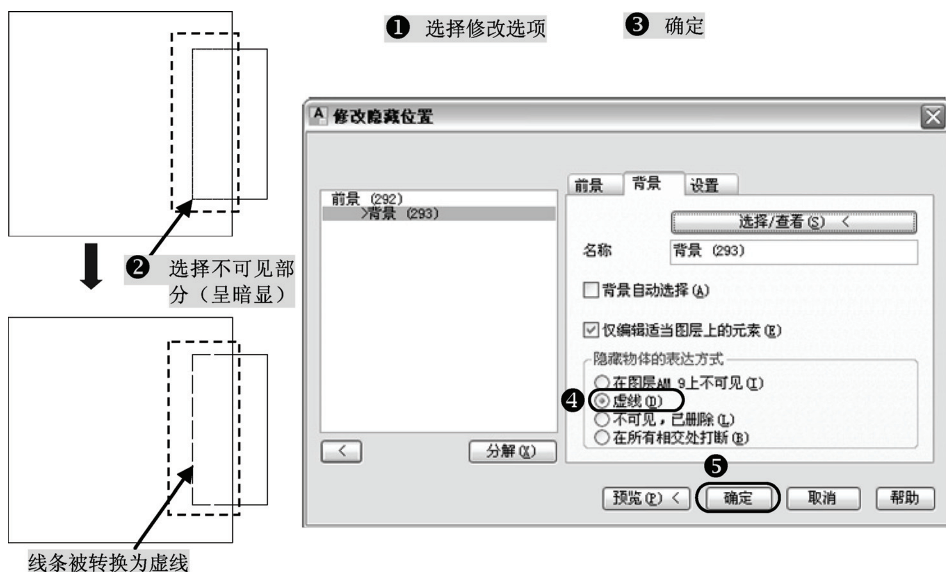


图 3-19　编辑隐藏边结果

```
命令: _am2dhidedit                                          // 执行“编辑隐藏边”命令
编辑后面的图 [修改(Y)/移动(M)/恢复(R)/Genius12] <更新(U)>: Y   // 执行修改选项
选择对象: 找到 1 个                                          // 选择对象
选择对象:                                                    // 确定
选择对象: *取消*                                             // 退出命令
```

3.2.3　AutoCAD 与 AutoCAD Mechanical 的删除操作

AutoCAD 中的删除命令，就是指对某些对象进行删除。

要执行“删除”命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 删除”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“删除”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“erase”命令（快捷键〈E〉）。

☑ 面 板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“删除”按钮。

在执行删除命令时，如果选中之后没有变成虚线，但是能够正常删除掉，只是选中的时候没有显示成虚线与未选取的实线区分开，那么问题出在“highlight”的参数设置上。解决方案为：在命令行中输入“highlight”→〈Enter〉→输入“HIGHLIGHT”的新值 <0>:→输入：1→〈Enter〉。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，有以下 4 种删除方式。

1）完全删除：命令“erase”。完全删除所选中的图形线条。

2）删除上一次操作。删除上一次执行命令所绘制的图形线条。

3）删除所有构造线：命令“ameraseallcl”。删除所绘制的所有构造线。

4）删除构造线：命令“amerasecl”。删除所选择的构造线。

执行“删除构造线”命令（amerasecl）后，在命令行中将显示如下提示信息，效果如图 3-20所示。

```
命令: _amerasecl              // 执行“删除构造线”命令
指定窗口第一角点:             // 指定窗口第一点
指定窗口第二角点:             // 指定窗口第二点
```

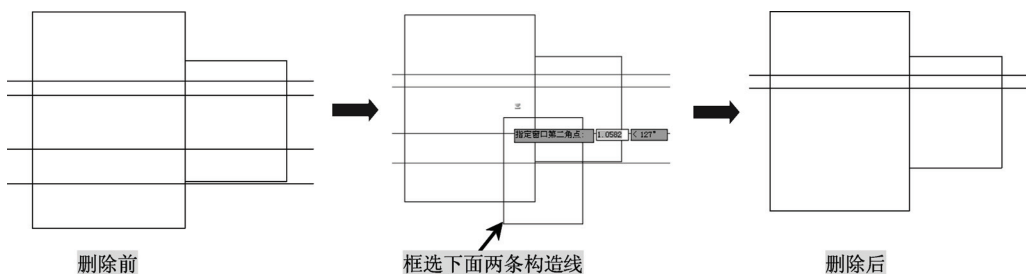


图 3-20　删除构造线



3.2.4　移动、复制和旋转

1. 移动、复制和旋转的执行方法

移动、复制和旋转对象是常见操作，用户通常需要顺次执行这些操作。因此，将这些操作构建为一个命令可以节省时间。

要执行“复制、移动和旋转”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 移动、复制和旋转”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“移动、复制和旋转”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcopyrm”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“移动、复制和旋转”按钮。

尽管 AutoCAD Mechanical 2013 提供了增强操纵器，但对于简易操作，增强操纵器也不够灵活。

2．移动、复制和旋转的其他几种绘制方式

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，提供了“移动、复制和旋转”命令，用户可以快速地复制、旋转和移动对象。AutoCAD Mechanical 还提供了从该命令衍生而来的其他三个命令，这些命令可用于执行该命令的常用变体操作，包括以下几种方式：

1）移动、复制和旋转：命令“amcopyrm”。

2）复制然后旋转：命令“amcopyrm_r”

3）复制、旋转然后移动：命令“amcopyrm_rm”

4）复制、移动然后旋转：命令“amcopyrm_mr”

使用“移动、复制和旋转”命令可复制、旋转然后移动对象，但用户可以使用命令行选项来更改操作的顺序或抑制指定操作（例如，仅复制和旋转，而不移动）。“复制然后旋转”可以复制和旋转对象，但不移动对象。“复制、移动然后旋转”可以复制（可选）、移动，然后旋转对象。“复制、旋转然后移动”可以复制（可选）、旋转，然后移动对象。

执行“移动、复制和旋转”命令（amcopyrm）后，在命令行中将显示如下提示信息，效果如图 3-21所示。

```
命令: _amcopyrm                                    // 执行“移动、复制和旋转”命令
指定操作类型 [旋转(R)/移动-旋转(M)/旋转-移动(T)] <旋转-移动(T)>: M
                                                   // 执行“移动-旋转”命令
复制对象吗？ [是(Y)/否(N)] <是(Y)>: Y              // 选择复制对象
选择对象: 指定对角点: 找到 1 个                     // 选择对象
选择对象:
指定基点:                                          // 指定基点
指定位移点: @10,0                                  // 指定位移
指定旋转角或 [参照(R)] <45>: 45                     // 输入旋转角度
```

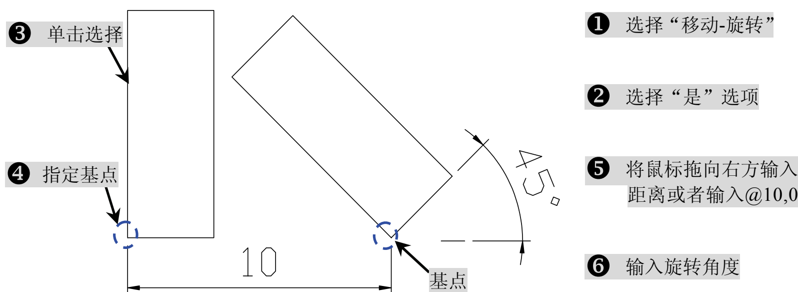


图 3-21　移动、复制和旋转结果

选项讲解　“移动、复制和旋转”命令下的选项　知识要点

☑ 旋转（R）：指定第一步为将图形旋转。

☑ 移动-旋转（M）：指定先将图形移动再进行旋转。
☑ 旋转-移动（T）：指定先将图形旋转再进行移动。



3.2.5 AutoCAD Mechanical 的增强操纵器



使用“增强操纵器”可以通过拖动操作旋转、移动和复制对象。

要执行“增强操纵器”命令，用户可以通过以下两种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 增强操纵器”命令。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ammanipulate”命令。

执行“增强操纵器”命令后，在命令行中将显示如下提示信息。使用“增强操纵器”移动对象，结果如图 3-22所示。

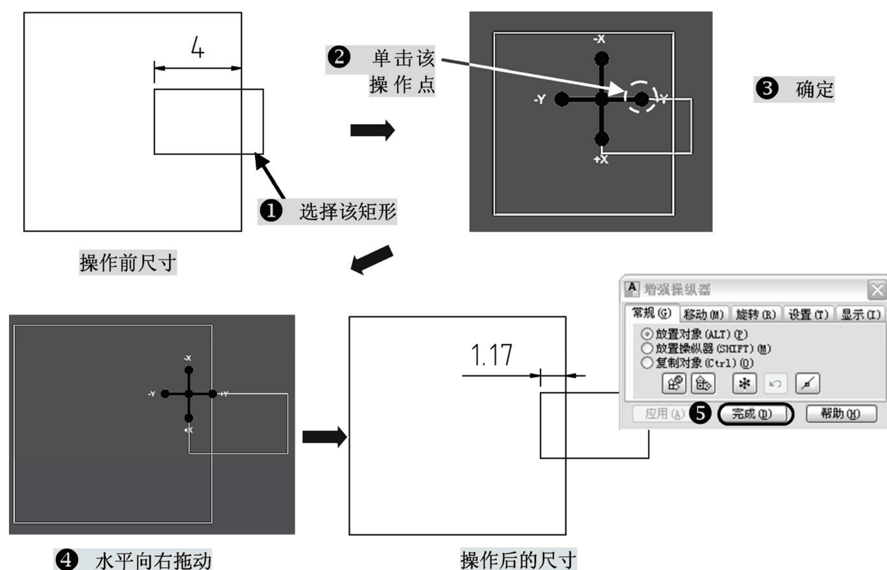


图 3-22 移动结果

命令: _ammanipulate // 执行“增强操纵器”命令
选择对象: 找到 1 个 // 选择要操作的对象图形
选择对象:
选择控制点或几何图形 [放弃(U)/UCS/WCS/选择(S)/选项(O)/平移中心(P)/X/Y/Z] <接受(A)>:
已选择旋转/移动轴柄; 移动光标以定义旋转/移动轴: 命令被取消
移动模式，沿 x 轴移动 [旋转(R)]: // 拖动操作杆向右水平移动
选择控制点或几何图形 [放弃(U)/UCS/WCS/选择(S)/选项(O)/平移中心(P)/X/Y/Z] <接受(A)>: _Accept
// 接受
正在重生成模型。 // 系统重生图形

当选择要操作的对象图形并确定后，会出现一个“增强操纵器”对话框。“增强操纵器”对话框里面有 5 个选项卡，如图 3-23所示。

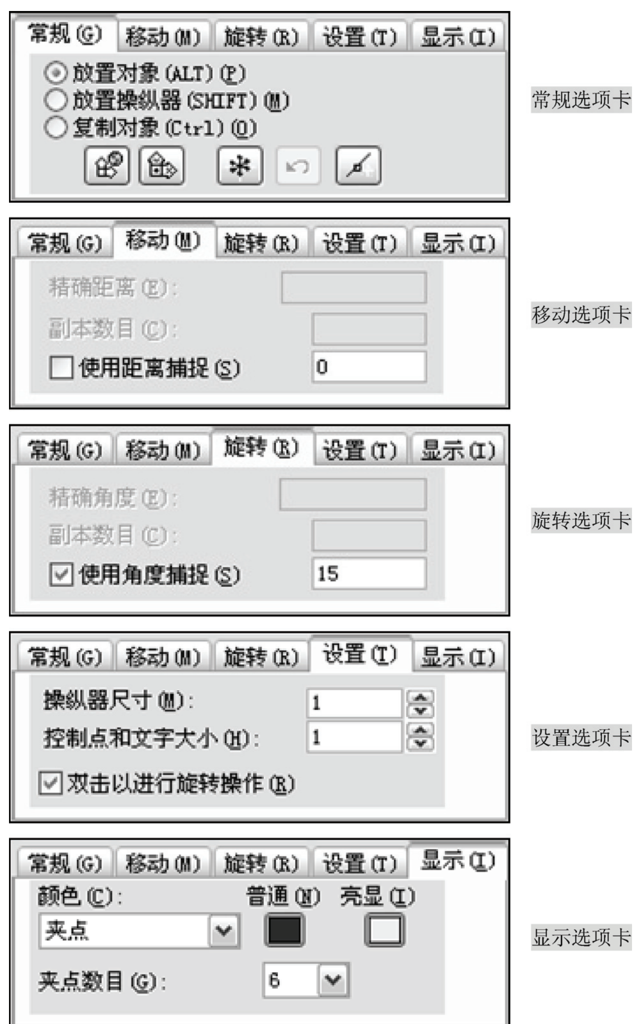


图 3-23 “增强操纵器”对话框

1）“常规”选项卡中各选项含义：

☑ 放置对象：指定程序放置选定零件的位置。对象选择随操纵器移动。要调用该选项，请按〈Alt〉键。

☑ 放置操纵器：确定“增强操纵器”图标的位置。只有操纵器才可改变其位置和方向。要调用该选项，请按〈Shift〉键。

☑ 复制对象：程序会将对象选择复制到操纵器的新位置。要调用该选项，请按〈Crtl〉键。

☑ 与 WCS 对齐（）：将增强操纵器与 WCS 对齐。原点保持不变。

☑ 与 UCS 对齐（）：将增强操纵器与当前 UCS 对齐。原点保持不变。

☑ 以操纵器为中心显示（）：在屏幕中心对齐“增强操纵器”。

☑ 放弃（）：可以撤销前一个操作。

☑ 重新选择（）：可以放弃当前选择内容并重新选择。

2）“移动”选项卡中各选项含义：

☑ 精确距离：指定移动零件的确切距离。

☑ 副本数目：指定要创建的副本数量。每个副本均移动指定的距离。

☑ 使用距离捕捉：可以指定是否使用距离捕捉并设置单位。

3）“旋转”选项卡中各选项含义：

☑ 精确角度：指定精确的旋转角或副本之间的角度。

☑ 副本数目：指定要创建的副本数目。

☑ 使用角度捕捉：可以指定是否使用角度捕捉并设置单位。

4）“设置”选项卡中各选项含义：

☑ 操纵器尺寸：控制“增强操纵器”图标的尺寸。

☑ 控制点和文字大小：控制“增强操纵器”图标上轴柄与工作轴文字的大小。

☑ 双击以进行旋转操作：选择此框时，双击句柄以开始旋转对象。

5）“显示”选项卡中各选项含义：

☑ 颜色：指定用于打开“增强操纵器”图标的颜色。可以控制轴、夹点、拖曳箭头、旋转箭头以及 X、Y、Z 标签的颜色。

☑ 普通：可以指定普通对象的颜色。

☑ 亮显：可以指定亮显对象的颜色。

☑ 夹点数目：控制在操纵器上显示的夹点（轴）的数目。



3.2.6 AutoCAD Mechanical 的比例缩放

比例缩放是将对象图形进行比例缩放，比如将一条 100 的线段比例缩放 0.5，那么缩放后它的长度就为 50，如果将它缩放 2，那么缩放后它的长度就为 200。

1．比例缩放

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，比例缩放有以下 2 种方式。

1）比例缩放：命令“scale”。

2）缩放 XY：命令“amscalexy”。

要执行“比例缩放”命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 比例缩放”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“比例缩放”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“scale”命令（快捷键〈S+C〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“缩放”按钮。

2．缩放 XY

使用“缩放 XY”命令时，用户可以沿 x 轴缩放对象，无需考虑 y 轴，反之亦然。

执行“缩放 XY”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，缩放的效果如图 3-24 所示。

```
命令: _amscalexy                              // 执行“缩放 XY”命令
```

```
AutoCAD Mechanical  比例缩放
选择对象: 指定对角点: 找到 1 个                  // 选择对象
选择对象:
基点:                                          // 指定缩放基点
指定 x 轴比例系数或 [参照(R)] <1>: 2            // 输入 x 轴比例系数
指定 y 轴比例系数或 [参照(R)] <2>: 1            // 输入 y 轴比例系数
```

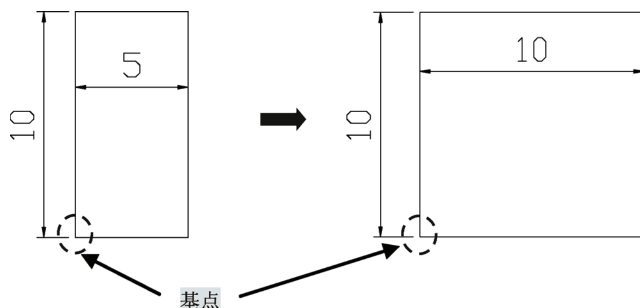


图 3-24　缩放结果

选项讲解　“比例缩放”选项　知识要点

☑ 复制（C）：通过该选项，将图形比例缩放后，仍然保留原图形。
☑ 参照（R）：通过该选项，可以将图形参照某长度进行缩放。

3．参照缩放

参照缩放命令可以将所选择对象的真实尺寸按照指定的尺寸比例放大或缩小，执行后键入“R”即可进入参照模式，然后指定参照长度和新长度即可。参照模式适用于不直接输入比例因子或比例因子不明确的情况。

执行“参照缩放”命令时命令行的提示信息如下。

```
命令: sc                                    // 执行“比例缩放”命令
SCALE
选择对象: 找到 1 个                          // 选择要缩放的图形
选择对象:
指定基点:                                    // 指定基点
指定比例因子或 [复制(C)/参照(R)]: r           // 执行“参照”命令
指定参照长度 <3.00>:  指定第二点:             // 指定准备缩放图形的第一点和第二点
指定新的长度或 [点(P)] <1.00>:  p             // 执行“点”命令
指定第一点:  指定第二点:                      // 指定要缩放后的长度的第一点、第二点
```

具体操作步骤：执行比例缩放命令→指定缩放基点→旋转参照选项→选择要缩放的图上用于被参照的距离点一→选择要缩放的图上用于被参照的距离点二→“P”→指定参照长度的点一→指定参照长度的点二，如图 3-25所示。

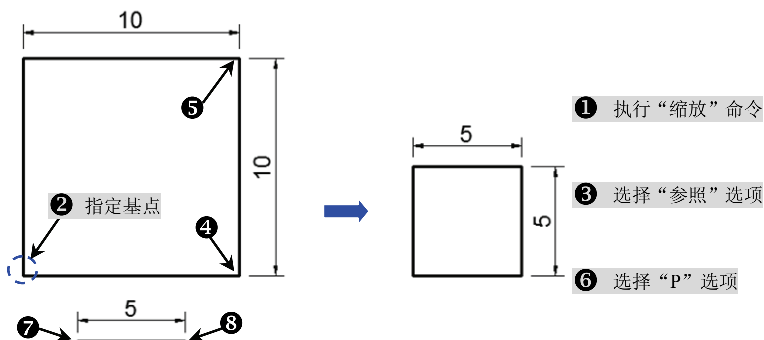


图 3-25 参照缩放



技巧提示

比例缩放中的尺寸标注

学习笔记



如果对图形缩放时，连同标注一起选中进行缩放。那么尺寸也会跟随基点一起缩放，标注尺寸的数字也会按缩放后的数值进行标注。

3.2.7 AutoCAD Mechanical 的合并单元

执行合并图元命令后，选择目标一要合并的那一端，再选择目标二要合并的那一端，即可合并这两个图形。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“合并单元”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 合并单元”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“合并单元”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amjoin”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“合并单元”按钮。

执行“合并单元”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，绘制效果如图 3-26所示。

```
命令: _amjoin                                      // 执行“合并单元”命令
选择第一个对象或<按〈Enter〉键连接直线、圆弧或圆>:   // 选择第一个目标图形
选择第二个对象:                                     // 选择第二各目标图形
```

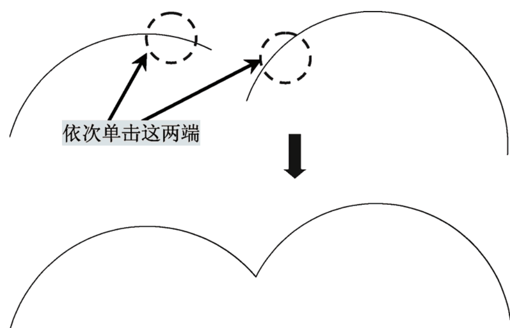


图 3-26 合并单元结果



技巧提示　框选与框交

学习笔记



在 AutoCAD 中如果用鼠标单击一下，再把鼠标移到左边，再单击一下，叫做框交；如果鼠标单击一下，再把鼠标移到右边，再单击一下，叫做框选。他们的区别：框交所选择的图形线条，只要有一部分在这个框交框里面，那么这些线条都将被选中；框选所选择的图形线条，只有完全进入在这个框选框里面的线条，才能被选中。

3.2.8　AutoCAD Mechanical 的倒角操作

倒角就是将两条线条按照一定参数倒一个斜角。

要执行“倒角”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 倒角”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“倒角”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“chamfer”命令（快捷键〈C+H+A〉）；或者输入“amcham2d”。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“倒角”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，倒角新增了“amcham2d”命令，使用该命令可更加方便地进行倒角。

执行“倒角”命令（amcham2d）后，在命令行中将显示如下提示信息，绘制效果如图 3-27所示。

```
命令: _amcham2d (距离方式)(标注模式:关)(修剪模式) 当前倒角设置 = 2.5,2.5
                                                    // 执行“倒角”命令
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>  // 选择第一条边
选择第二个对象或<按回车键表示多段线>:                    // 选择第二条边
选择对象以创建原始长度:*取消*                            // 退出命令
```

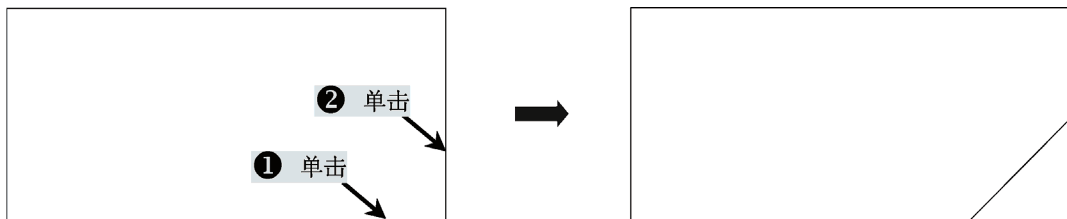


图 3-27　倒角结果

选项讲解　“倒角”命令下的选项

知识要点

☑ 多段线（P）：选择指定的多段线，在多段线转角位置进行倒角。

☑ 设置（S）：进入“倒角”对话框设置倒角相关尺寸，如图 3-28所示。单击“配置”按钮进入“倒角列表配置”对话框设置倒角相关尺寸，如图 3-29所示。

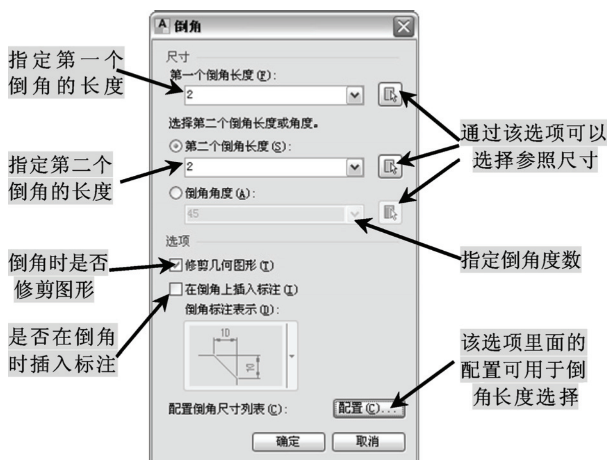


图 3-28 倒角对话框

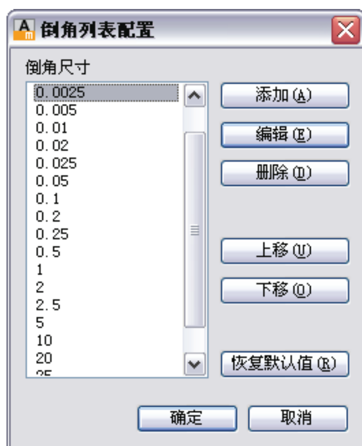


图 3-29 “倒角列表配置”对话框

例如，用户对一个矩形的四个角倒 C2 的斜角。执行“倒角”命令（amcham2d）后，在命令行中将显示如下提示信息，绘制效果如图 3-30所示。

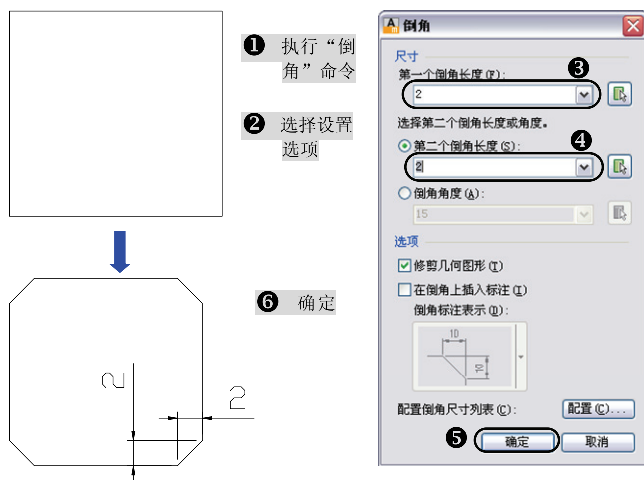


图 3-30 矩形倒角结果

```
命令: _amcham2d (距离方式)(标注模式:关)(修剪模式) 当前倒角设置 =1,1
                                          // 执行“倒角”命令并提示当前设置
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>S        // 进入设置
(距离方式)(标注模式:关)(修剪模式) 当前倒角设置 =2,2              // 设置倒角尺寸
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>P        // 选择多段线选项
选择 多段线:(距离方式)(标注模式:关)(修剪模式) 当前倒角设置 =2,2  // 选择矩形并提示当前设置
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>*取消*   // 退出
```

若选择“添加标注（D）”项，则可在倒角处进行尺寸标注，其操作步骤如图 3-31所示。



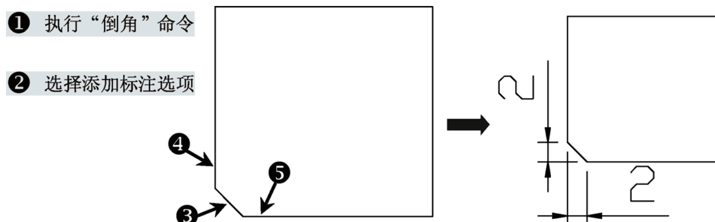


图 3-31　添加标注结果



3.2.9　AutoCAD Mechanical 的圆角操作

圆角是将两条线条用指定半径的圆弧来进行光滑连接。

要执行“圆角”命令，用户可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 圆角”命令。

☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“圆角”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“fillet”命令（快捷键〈F〉）；或者输入“amfillet2d”。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中，单击“圆角”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，圆角新增了“amfillet2d”命令，使用该命令可更加方便地倒圆角。

执行“圆角”命令（amfillet2d）后，在命令行中将显示如下提示信息，绘制效果如图 3-32所示。

```
命令: _amfillet2d (标注模式:关)(修剪模式)  当前圆角半径 = 2.5      // 执行“圆角”命令
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>           // 选择第一条边
选择第二个对象或<按回车键表示多段线>:                              // 选择第二条边
选择对象以创建原始长度:*取消*                                      // 退出命令
```

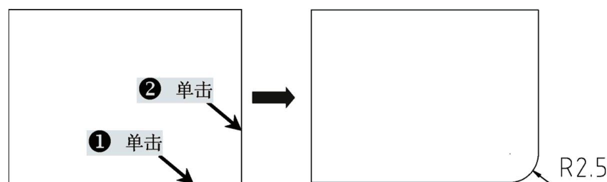


图 3-32　圆角结果

选项讲解　“圆角”命令下的选项　知识要点

☑ 多段线（p）：选择指定的多段线，在多段线转角位置进行倒圆角。

☑ 设置（s）：进入“圆角”对话框设置倒角相关尺寸，如图 3-33所示。单击“配置”按钮，进入“圆角列表配置”对话框设置倒角相关尺寸，如图 3-34所示。



图 3-33 “圆角”对话框

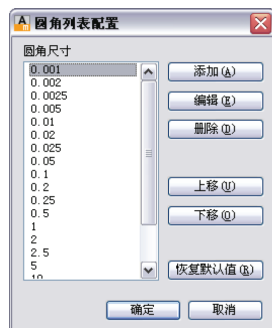


图 3-34 “圆角列表配置”对话框

例如，用户对一个矩形的四个角倒 R2 的圆角。执行“倒角”命令（amcham2d）后，在命令行中将显示如下提示信息，绘制效果如图 3-35所示。



图 3-35 矩形倒圆角结果

```
命令: _amfillet2d (标注模式:关)(修剪模式) 当前圆角半径 =0            // 执行“圆角”命令
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>S            // 选择进入设置选项
(标注模式:关)(修剪模式) 当前圆角半径 =2                              // 设置圆角半径为 2
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>P            // 选择“多段线”选项
选择 多段线:(标注模式:关)(修剪模式) 当前圆角半径 =2                  // 选择矩形并提示当前设置
选择第一个对象或 [多段线(P)/设置(S)/添加标注(D)]: <设置>*取消*       // 退出命令
```

若选择“添加标注（d）”项，则可在圆角处进行尺寸标注。

一学即会 结构件的绘制练习

视频：结构件的绘制练习.avi
案例：结构件.dwg

3 练习

在本例中，首先通过“偏移”命令来绘制该结构件主视图中各轮廓线的基本构造线，再通过“合并”“修剪”等命令来对绘制好的构造线进行修剪；然后通过“自动创建构造线”和“直线”等命令来绘制俯视图；最后通过“创建关联隐藏位置”命令来将不可见隐藏线转换成虚线。操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\03\结构件.dwg”文件。

2）在“常用/图层”中选择“粗实线”图层，使之成为当前图层。执行“构造线”命令（XL），绘制一条水平的构造线和一条竖直的构造线，如图 3-36所示。

3）执行“偏移”命令（o），将竖直的线向左偏移 60，再向右偏移 45，将偏移 45 的线转换为中心线。将水平的线向上偏移 15、48，如图 3-37所示。

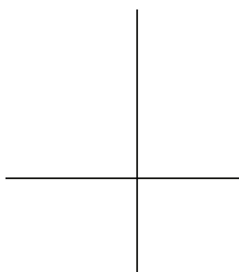


图 3-36　绘制构造线

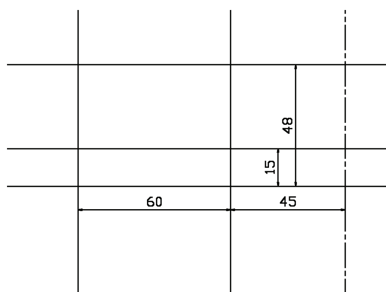


图 3-37　偏移

4）执行“合并单元”命令（amjoin），对图形进行编辑修剪；执行“修剪”命令（tr）对图形进行修剪，如图 3-38所示。

5）执行“偏移”命令（o），将第 3 步向上偏移 48 的水平线向下偏移 10，向上偏移 24。将第 3 步偏移 45 的竖直线向左右各偏移 12.5 和 25，并将他们转换为粗实线，如图 3-39所示。

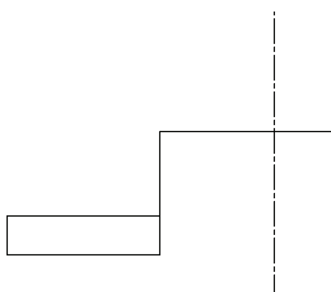


图 3-38　合并单元

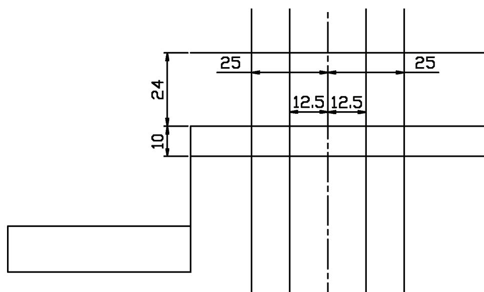


图 3-39　偏移

6）执行“合并单元”命令（amjoin），对图形进行编辑修剪；执行“修剪”命令（tr）对图形进行修剪，如图 3-40所示。

7）执行 AutoCAD Mechanical“圆角”命令（amfillet2d），对图示位置进行倒 R10 的圆角，如图 3-41所示。

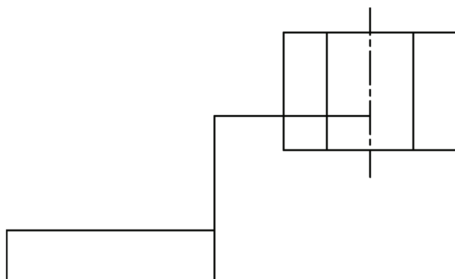


图 3-40　修剪

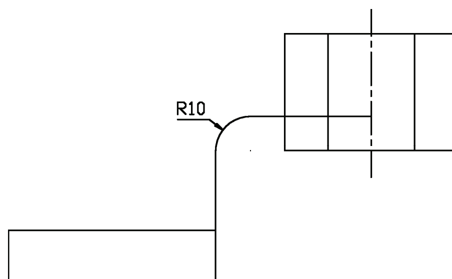


图 3-41　倒圆角

8）执行“偏移”命令（o），对图示的线段进行偏移，偏移距离 14、38；执行“修剪”命令（tr）对图形进行修剪，如图 3-42所示。

9）执行“直线”命令（l），绘制直线，如图 3-43所示。

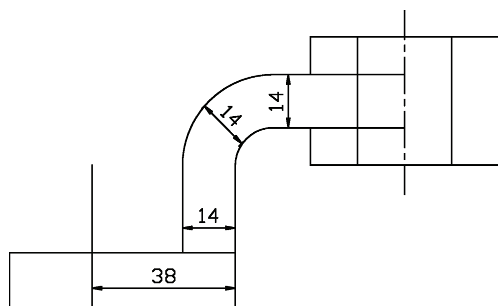


图 3-42 偏移

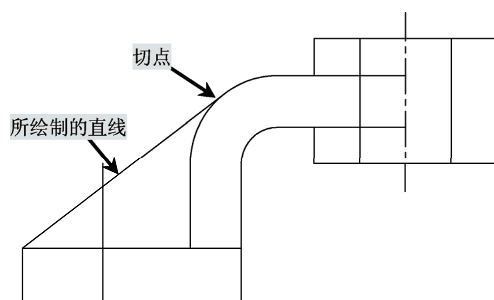


图 3-43 绘制直线

10）执行“偏移”命令（o），将第 8 步中偏移 38 的线向左右偏移 5、12，将最下面的水平线段向上偏移 11，如图 3-44所示。

11）执行“合并单元”命令（amjoin），对图形进行编辑修剪；执行“修剪”命令（tr）对图形进行修剪；并将相关线段转换为中心线，如图 3-45所示。

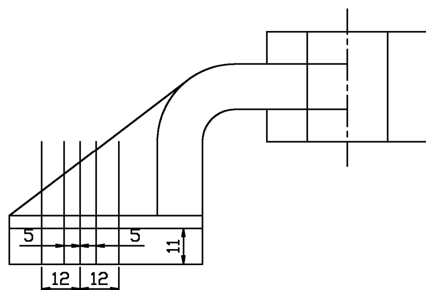


图 3-44 偏移

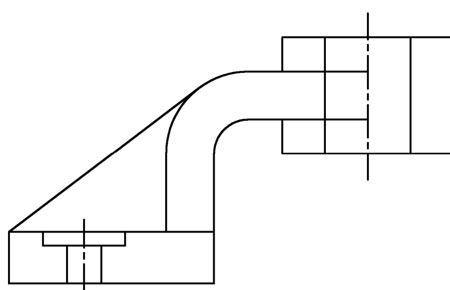


图 3-45 修剪

12）执行“创建关联隐藏位置”命令（amshide），依照图示创建相关的虚线，如图 3-46 所示。

13）执行“构造线”命令（xl），在图形的下方空白处绘制一条水平的构造线，如图 3-47 所示。

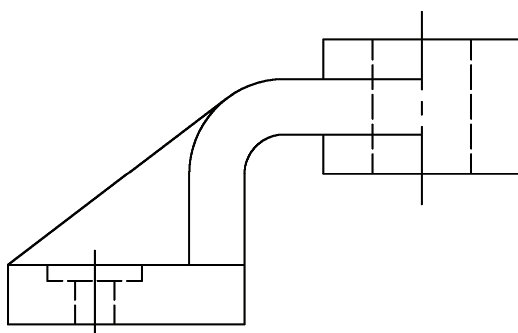


图 3-46 关联消隐

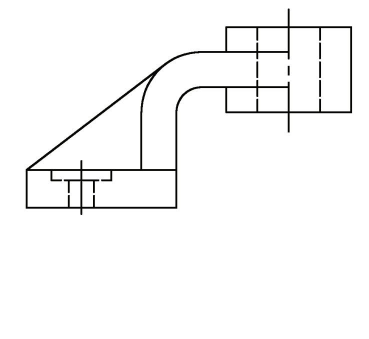


图 3-47 绘制构造线

14）执行“偏移”命令（o），将刚才绘制的水平构造线向上下各偏移 6、25、50，如图 3-48所示。

15）执行“自动创建构造线”（amautoclines），选择执行“竖直向下的构造线”选项，选择需要向下投影的线段，绘制竖直的构造线，如图 3-49所示。

16）执行“直线”命令（l），依照图示绘制相关线段，如图 3-50所示。

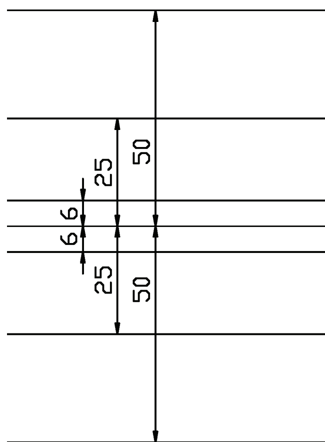


图 3-48　偏移

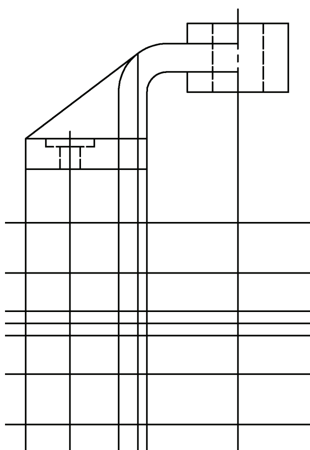


图 3-49　绘制投影线

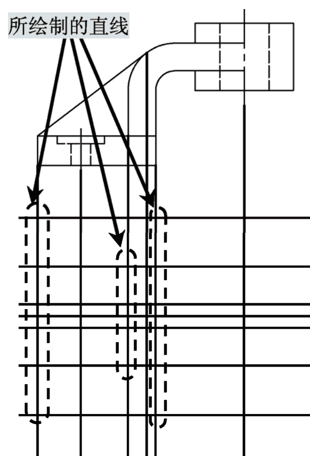


图 3-50　绘制直线

17）执行“圆”命令（c），绘制如图所示的圆，如图 3-51所示。

18）执行“合并单元”命令（amjoin），对图形进行编辑修剪；执行“修剪”命令（tr），执行“删除”命令（e），删除多余线条；执行“删除所有构造线”命令（ameraseallcl），删除所有构造线，如图 3-52所示。

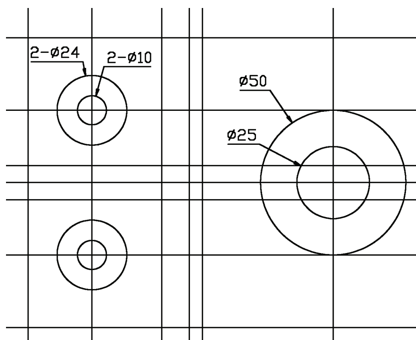


图 3-51　绘制圆

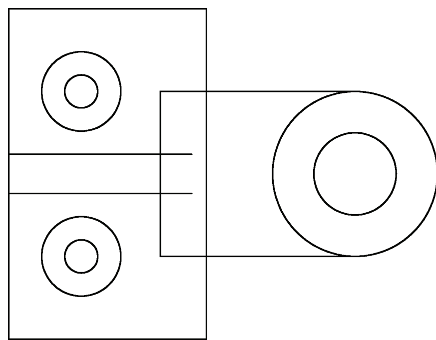


图 3-52　修剪和删除多余线条

19）执行“圆角”命令（amfillet2d），对图示位置倒 R15 的圆角，如图 3-53所示。

20）执行“过孔的十字中心线”命令（amcencrinhole），为图中圆添加相关中心线，如图 3-54所示。

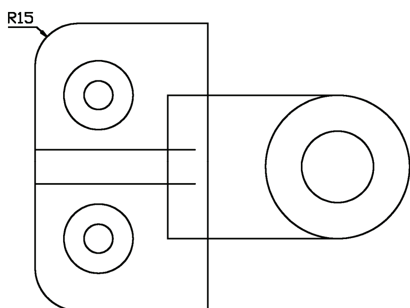


图 3-53　倒圆角

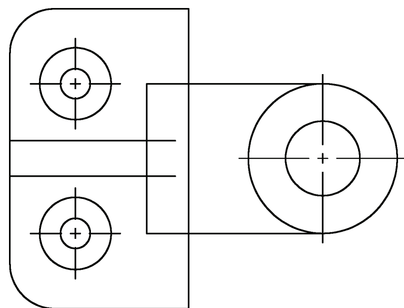


图 3-54　绘制中心线

21）执行“创建关联隐藏位置”命令（amshide），依照图示创建相关的虚线，如图 3-55 所示。

22）至此，该图形已经绘制完成，最终效果如图 3-56所示。按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

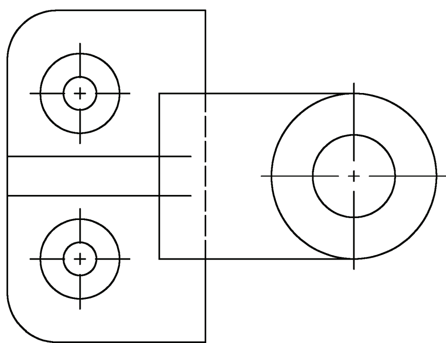


图 3-55　关联消隐

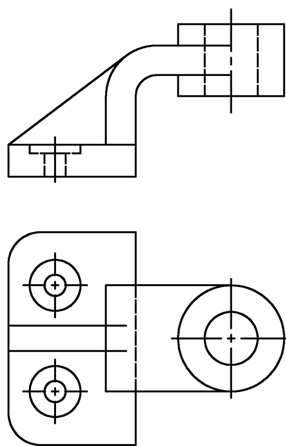


图 3-56　最终效果图

第 4 章

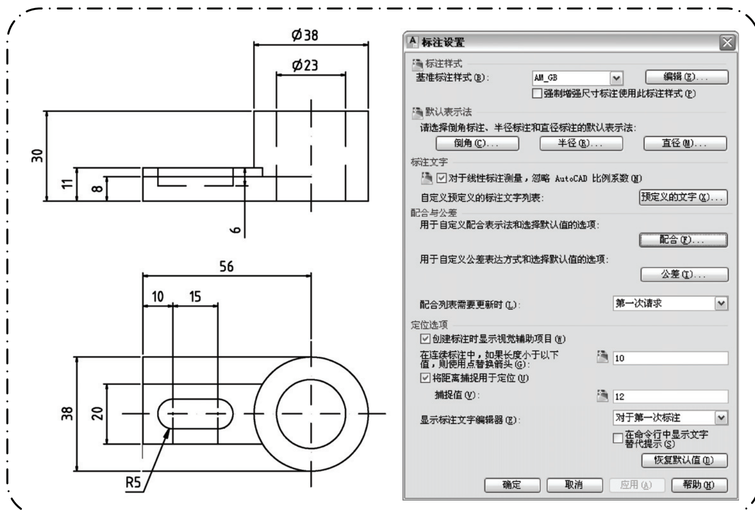
AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 尺寸和符号的标注

内容摘要

尺寸和符号的标注是图样的重要组成部分，是现场的工作人员进行加工的相关依据。对零部件的形状、位置及其他特性进行标注为设计、审核、加工人员的识读提供数据。

本章首先讲解了机械图标注的基本要求和基本规则，然后对 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 共同的标注工具进行了概括性的讲解，最后对 AutoCAD Mechanical 特有的增强标注工具进行了详细的讲解。

- 了解机械图标注的基本要求和基本规则
- 了解 AutoCAD 和 AutoCAD Mechanical 相同的标注工具
- 掌握 AutoCAD Mechanical 中 AM 标准的设置方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 特有的增强标注工具
- 掌握 AutoCAD Mechanical 对标注对象的编辑操作
- 掌握综合练习——调节件的标注



4.1 机械图标注概述

4 掌握

机械图上的尺寸标注是加工和检验的重要依据，是机械制图的重要内容之一，是图样中指令性最强的一部分。所以在标注的时候要遵循尺寸标注的基本要求和基本规则。



4.1.1 尺寸标注的基本要求

在机械图上标注尺寸，必须做到：正确、完整、清晰和合理等要求。

☑ 正确：要符合国家标准的有关规定。
☑ 完整：要标注制造零件所需要的全部尺寸，不遗漏，不重复。
☑ 清晰：尺寸布置要整齐、清晰，便于阅读。
☑ 合理性：标注的尺寸要符合设计要求及工艺要求，即要求图样上所标注的尺寸既要符合零件的设计要求，又要符合生产实际，便于现场加工和测量，并且有利于装配。



4.1.2 尺寸标注的基本规则

工程图的尺寸标注应有一定的基本规则。

☑ 尺寸数值：尺寸数值为零件的真实大小，与绘图比例及绘图的准确度无关。
☑ 单位：在国标中，默认以毫米（mm）为单位，如果采用其他单位，必须注明单位名称。
☑ 最终尺寸：图中所标注的尺寸为零件加工完成后的尺寸。
☑ 目的性强：每个尺寸只标注一次，并应标注在最能清晰地反映该结构特征的视图上。
☑ 尺寸配置合理：功能尺寸应直接标注出；同一要素的尺寸应尽可能集中标注，如孔的直径和深度、槽的深度和宽度等；尽量避免在不可见的轮廓线上标注尺寸。

4.2 AutoCAD和AutoCAD Mechanical相同的标注工具

4 掌握

在 AutoCAD Mechanical 中对机械工程图进行尺寸标注时，同样可以使用 AutoCAD 软件所提供的标注工具进行标注，如水平标注、垂直标注、弧长标注、半径标注、直径标注、折弯标注、角度标注、基线标注、连续标注、文字标注等。



4.2.1 水平标注和垂直标注

水平和垂直线性尺寸的标注是将 AutoCAD“标注”中的“线性”拆分成两个命令。

1．水平标注的执行方法

要执行“水平”标注命令，可以通过以下 5 种方法，其操作步骤如图 4-1 所示。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 水平”命令。
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“水平”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_hor”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“水平”按钮。
☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“水平”按钮。

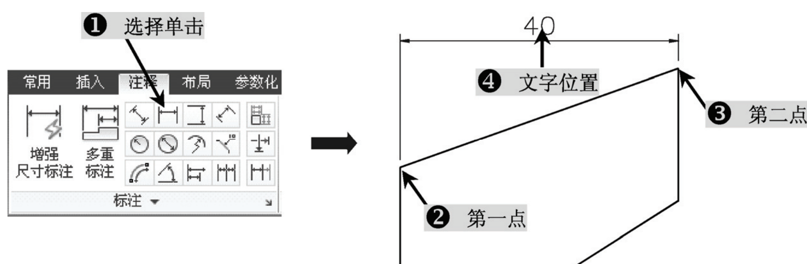


图 4-1　水平标注

2．垂直标注的执行方法

要执行“垂直”标注命令，可以通过以下 5 种方法，其操作步骤如图 4-2 所示。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 垂直”命令。
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“垂直”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_ver”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“垂直”按钮。
☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“垂直”按钮。

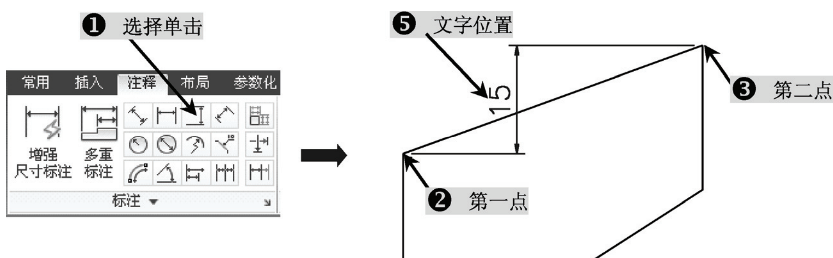


图 4-2　垂直标注

专业知识　线性尺寸

学习笔记



线性尺寸所标注的数值一般情况下是标注在尺寸线上方的，如果需要结构紧凑，可以标注在尺寸线的中断处；尺寸的数值头部一般朝向视图的左方或上方。



4.2.2 弧长的标注

“弧长”命令为多段线上的圆弧和圆弧段创建弧长标注。该命令创建的标注可以测量圆弧上两点之间的距离。

要执行“弧长”标注命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 弧长”命令。

☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“弧长”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_arclen”命令，或者输入“dimarc”，快捷键（〈D+A+R〉）。

☑ 面 板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“弧长”按钮。

☑ 面 板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“弧长”按钮。

技巧提示　引线选项　学习笔记



在“弧长”命令中，“引线”选项可以为圆弧的弧长尺寸添加一条带箭头的引线，用以指示该圆弧尺寸所描述的对象。

使用上述几个命令进行标注，如图 4-3 所示。

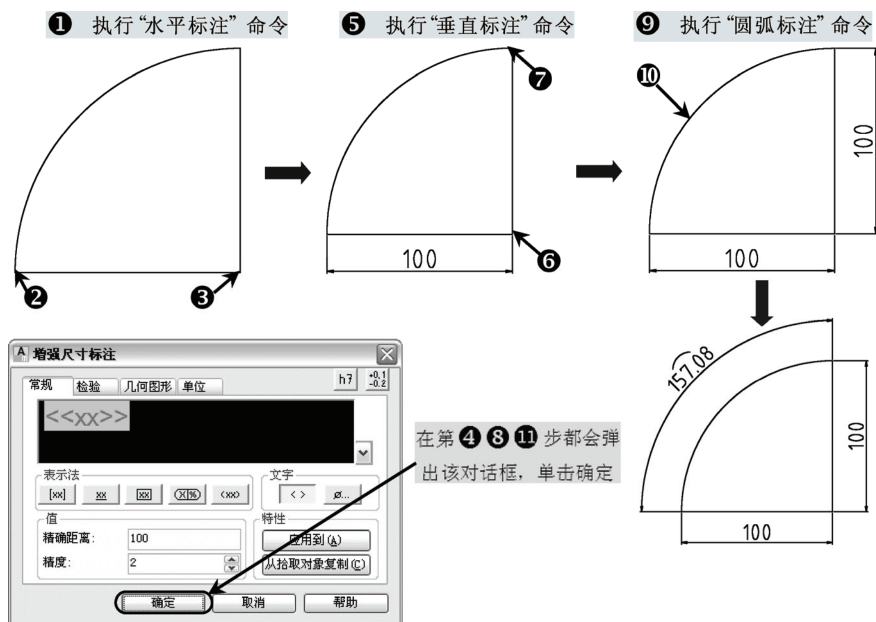


图 4-3　对图形进行水平、垂直和弧长标注



4.2.3 半径的标注

“半径”命令为圆弧和圆创建半径尺寸。

要执行“半径”标注命令，可以通过以下 5 种方法，其操作步骤如图 4-4 所示。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 半径”命令。

☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“半径”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_arclen”命令，或者输入“dimradius”，快捷键（〈D+R+A〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“半径”按钮。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“半径”按钮。

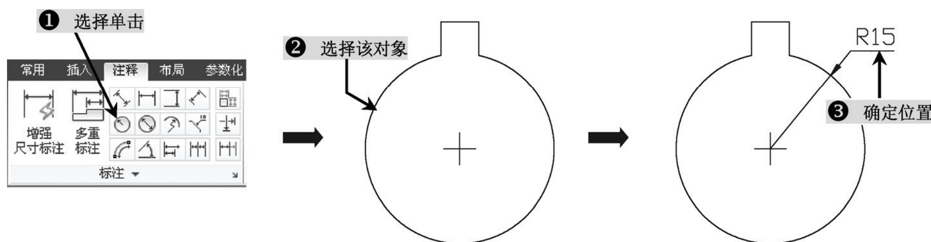


图 4-4　半径标注

专业知识

球头的标注

学习笔记



某些部件的头部呈球头状，但又没有必要再去增加一个视图去表达它的形状，就可以在标注半径或直径时，在标注前面添加“S”。



4.2.4 半径的折弯标注

创建半径标注，该标注的起点可位于任意位置，而且在尺寸线上的适当位置处存在折弯。

要执行“折弯”标注命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 折弯”命令。

☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“折弯”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_jog”命令，或者输入“dimjogged”，快捷键（〈D+J+O〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“折弯”按钮。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“折弯”按钮。

4.2.5 直径的标注

“直径”命令为圆弧或圆创建直径尺寸。它会向其创建标注的标注文字自动添加直径符号。

要执行“直径”标注命令，可以通过以下 5 种方法，其操作步骤如图 4-5 所示。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 直径”命令。
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“直径”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_dia”命令，或者输入“dimdiameter”，快捷键（〈D+D+I〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“直径”按钮。
☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“直径”按钮。

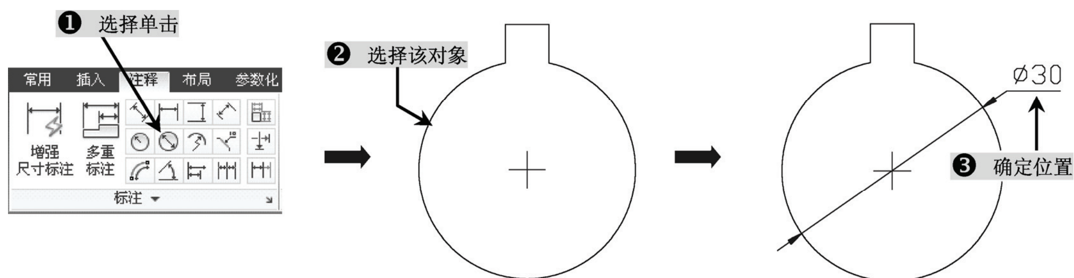


图 4-5　直径标注

技巧提示　半径和直径符号

学习笔记



当采用图形的实际尺寸进行半径或直径标注时，系统会自动在数值前面添加半径或直径符号。

4.2.6 角度的标注

“角度”命令用于创建角度间的尺寸或者圆弧的圆心角等。

要执行“角度”标注命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 角度”命令。
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“角度”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_ang”命令。或者输入“dimangul”，快捷键（〈D+A+N〉）。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“角度”按钮。
☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“角度”按钮。

技巧提示 标注圆弧的角度 学习笔记



在对圆弧进行角度标注时，系统将自动以圆弧圆心为顶点至圆弧两端点的连线的夹角进行标注。

使用上述几个命令进行标注，如图 4-6 所示。

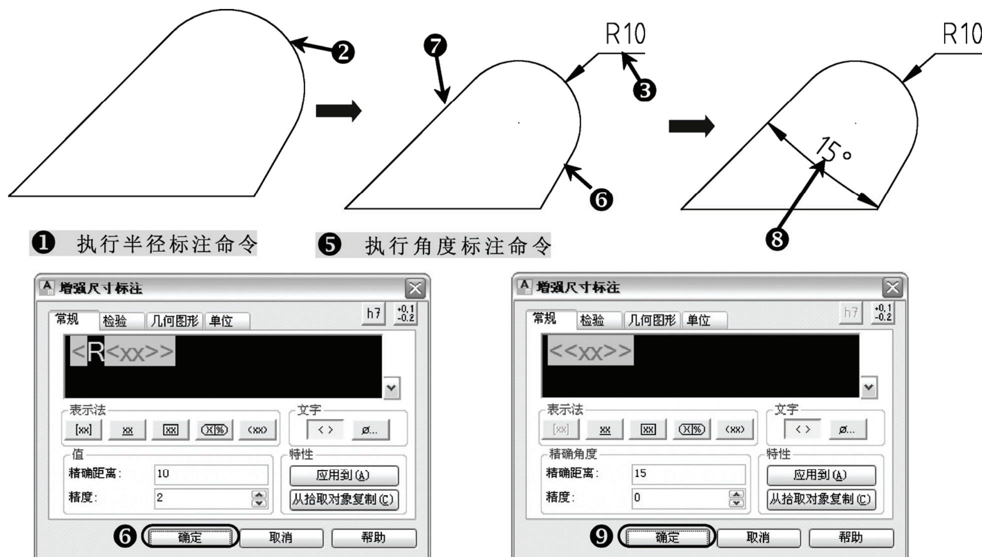


图 4-6　对图形进行半径和角度标注



4.2.7　基线和连续的标注

1．基线标注的执行方法

基线是选定标注的第一条尺寸界线，用来创建线性标注或角度标注。它会自动将标注一个一个地堆叠起来。该命令将自动重新排列现有标注。“dimdli”系统变量可以控制两个相邻标注之间的间隙。

要执行“基线”标注命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 基线”命令。

☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“基线”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_bas”命令；或者输入“dimbaseline”，快捷键（〈D+B+A〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“基线”按钮。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“基线”按钮。

2．连续标注的执行方法

连续是从选定标注的第二条尺寸界线创建线性标注、角度标注或弧长标注。它会自动将

新标注与选择用作基线标注的标注对齐。

执行“连续”标注命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 连续”命令。

☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“连续”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_chain”命令。或者输入“dimcontinue”，快捷键（〈D+C+O〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“连续”按钮。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“连续”按钮。

使用上述几个命令进行标注的示例如图 4-7 所示。

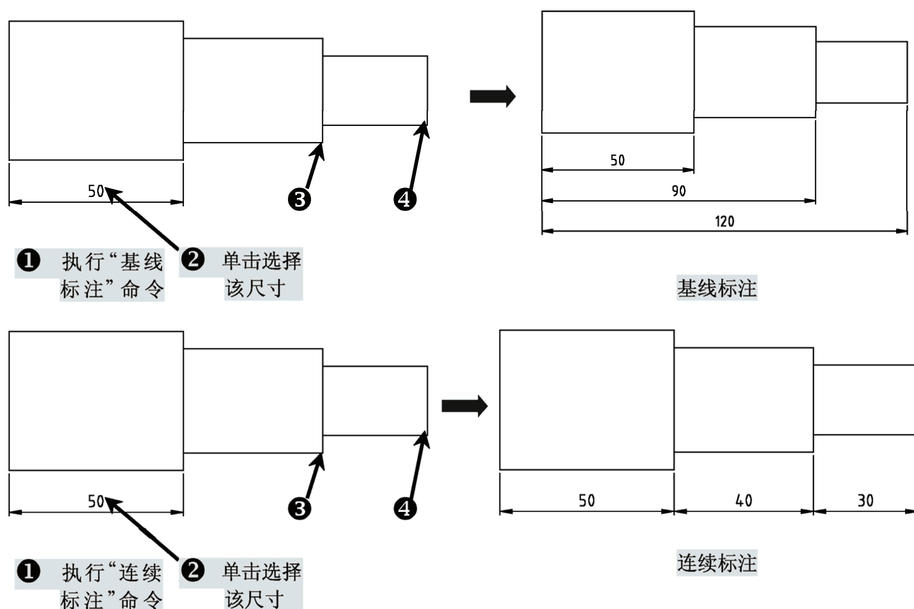


图 4-7　基线标注和连续标注



4.2.8　文字的标注

1. 单行文字标注

文字分为单行文字和多行文字，单行文字所创建的每一行文字都是独立的对象；多行文字所创建的文字是一个整体。

执行“单行文字”命令，可以通过以下 5 种方法。其操作步骤如图 4-8 所示。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 文字”单行文字”命令。

☑ 工具栏：在“文字”工具栏上单击“单行文字”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“text”，快捷键（〈D+T〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“单行文字”按钮。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“单行文字”按钮。

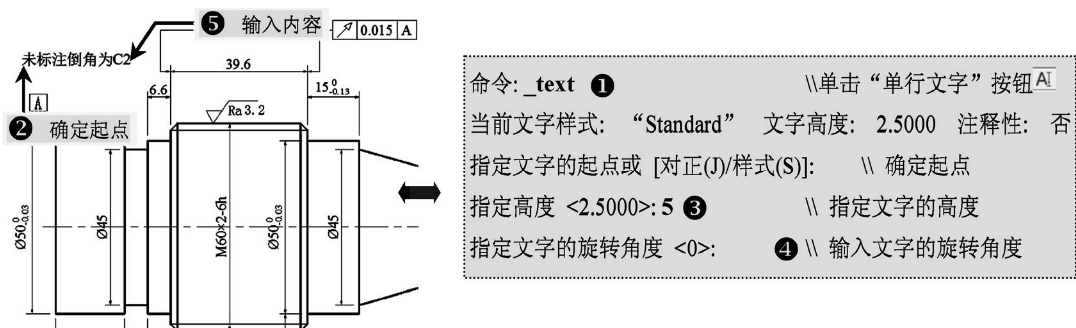


图 4-8　单行文字的标注

2．多行文字标注

要执行“多行文字”命令，可以通过以下 5 种方法，其操作步骤如图 4-9 所示。

☑ 菜单栏：选择“注释｜文字｜多行文字”命令。

☑ 工具栏：在“文字”工具栏上单击“多行文字”按钮A。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“mtext”，快捷键（〈T〉）。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“多行文字”按钮A。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“多行文字”按钮A。

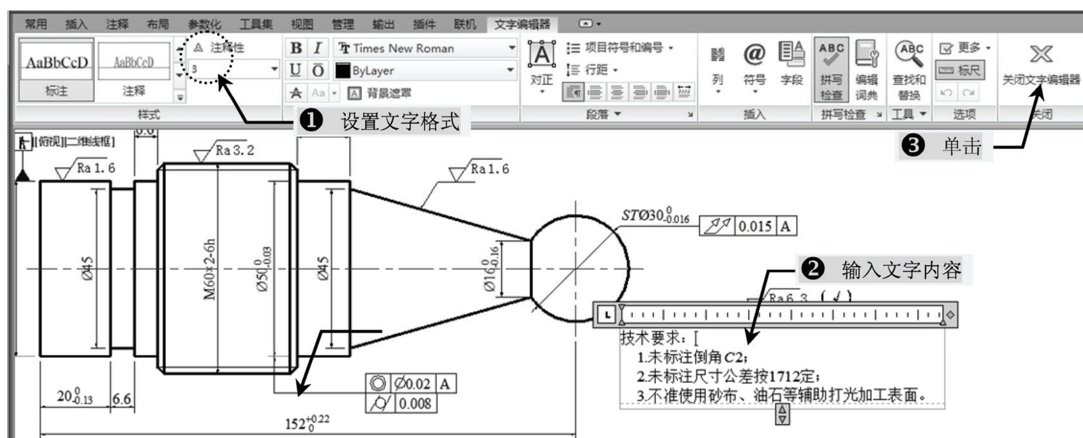


图 4-9　多行文字的标注

技巧提示　文字高度

学习笔记



在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，文字样式提供了三种常用文字高度，分别是 3.5、5、7。

4.3 AutoCAD Mechanical增强的标注工具

4 掌握

在 AutoCAD Mechanical 环境中，系统提供了一些特有的标注工具，如增强尺寸标注、多重标注、旋转线性标注、倒角标注等，下面将对其进行详细讲解。



4.3.1 AM 标准

AM 标准是一种在工程图中使用的绘图标准。如果用户切换标准，标准所有元素的设置将相应改变。但是，不会影响任何现有工程图对象，仅在绘制的新对象时遵循新标准。

AutoCAD Mechanical 的标准设置，是在“选项”对话框的“AM：标准”选项卡中进行操作的，用户可以通过以下两种方法来打开“选项”对话框。

☑ 菜单栏：选择“工具｜选项”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“OPTIONS”命令（op）。

执行“选项”命令后，弹出“选项”对话框，单击“AM：标准”选项卡，将跳转到“AM：标准”选项卡如图 4-10 所示。选择“GB”标准，双击“标注”元素，将弹出“标注设置”对话框，如图 4-11 所示，用户可以在该对话框中进行标注的相关设置。

技巧提示 关于“捕捉值”

学习笔记



在“标注设置” 对话框中，有“将距离捕捉用于定位”选项，它的含义为：打开距离捕捉，在绘图区域中移动尺寸线时，标注可以捕捉到位置。在标注时，移动鼠标，标注线变成红色，距离即为该选项的定位值，如图 4-12 所示。

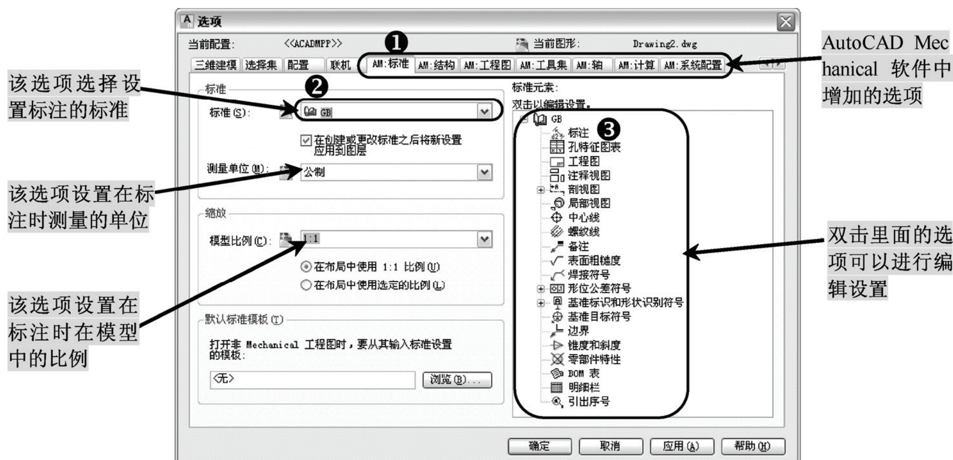


图 4-10 “选项”对话框



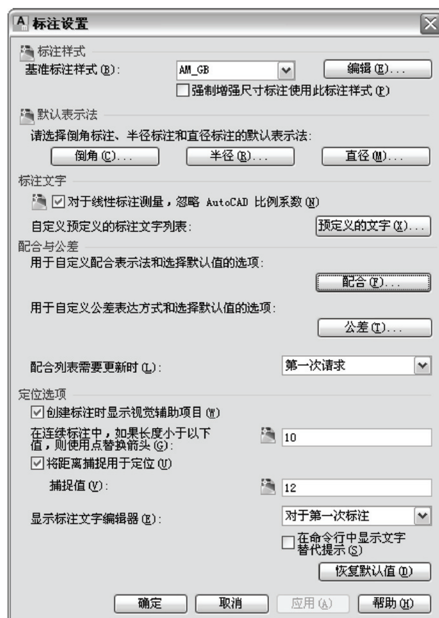


图 4-11 “标注设置”对话框

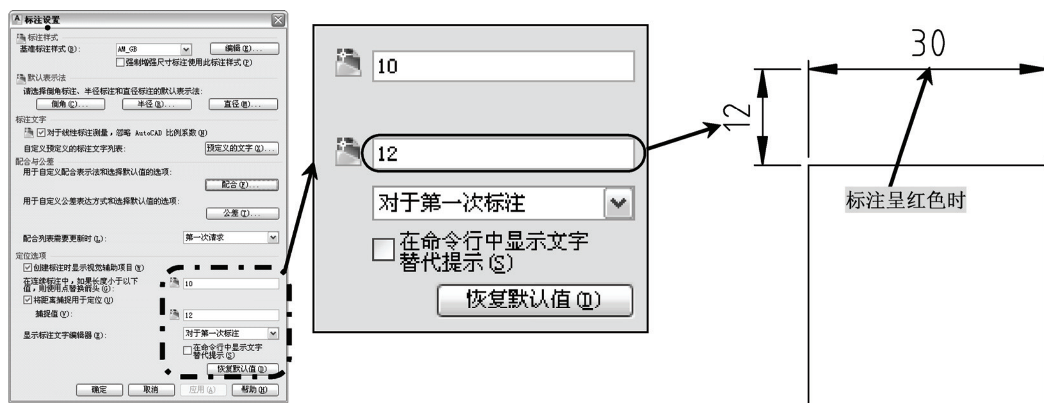


图 4-12 捕捉值



4.3.2 AutoCAD Mechanical 增强尺寸标注

在单一命令会话中创建多种类型的标注，它比起 AutoCAD 中的标注，增加了指定公差或拟合（如果合适）的功能。所支持的标注类型包括垂直标注、水平标注、对齐标注、旋转的线性标注、角度标注、半径标注、直径标注、折弯半径标注、弧长标注、基线标注和连续标注。如果需要，用户可以使用命令行选项更改标注类型。

该命令可以强制将重叠的标注自动隔开适当的距离，从而将公差和配合列表信息集成到工程图中。在布局或缩放区域，增强尺寸标注可以根据选定的点或几何图形自动调整线性比例。标注将按照在“自动特性管理”中的配置显示在相应的图层上。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“增强尺寸标注”命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 增强尺寸标注”命令。
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“增强尺寸标注”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“增强尺寸标注”按钮。
☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“增强尺寸标注”按钮。

执行“增强尺寸标注”命令后，自动跳转到“增强尺寸标注”选项卡，如图 4-13 所示。

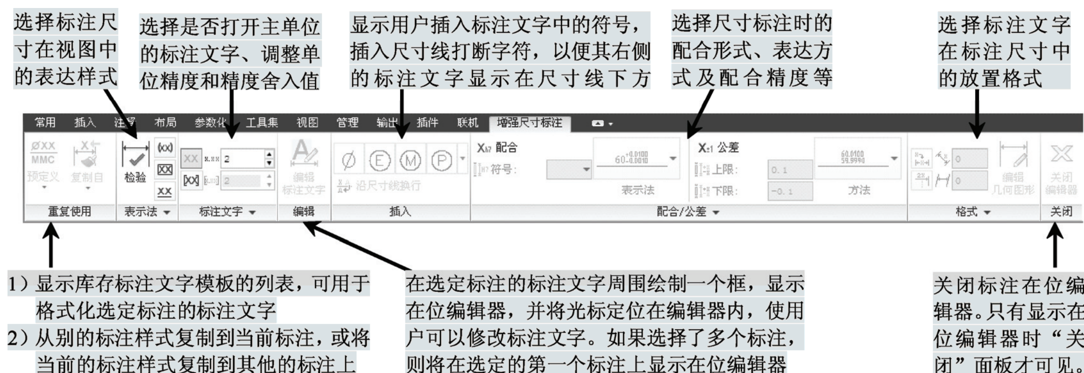


图 4-13 “增强尺寸标注”选项卡

例如，要对图形进行标注，执行“增强尺寸标注”命令后，依次单击选择所标注的两点，将光标移动到数值之前，在“插入”选项卡中选择直径符号“φ”，将光标移动到数值之后，在“配合/公差”选项卡中选择配合公差“h7”，单击“关闭编辑器”按钮，命令行中将显示如下提示信息，所标注的尺寸如图 4-14 所示。

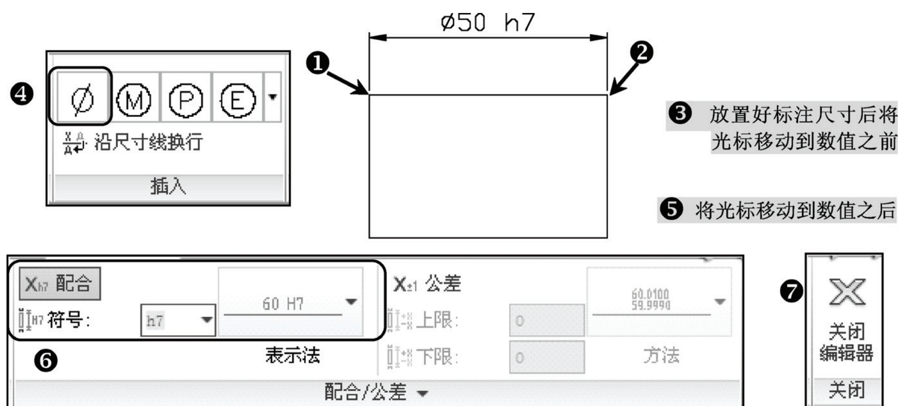


图 4-14 增强尺寸标注

```
命令:　AMPOWERDIM                                        // 执行“增强尺寸”命令
指定第一个尺寸界线原点或 [线性(L)/角度(A)/斜剖(R)/基线(B)/连续(C)/更新(U)] <选择对象>:
                                                         // 指定第一个尺寸界线原点
指定第二个尺寸界线原点:                                   // 指定第二个尺寸界线原点
```

指定尺寸线位置或 [水平(H)/竖直(V)/对齐(A)/已旋转(R)/定位选项(P)]: // 指定尺寸线位置
指定第一个尺寸界线原点或 [线性(L)/角度(A)/斜剖(R)/基线(B)/连续(C)/更新(U)] <选择对象>: *取消* // 确定并退出命令

技巧提示 如何调出“增强尺寸标注”对话框 学习笔记



如果用户觉得选项卡不符合自己的习惯，可以在“系统变量”中进行设置，使其变成对话框模式。如图 4-15 所示。具体步骤为：在命令行中输入“AMPOWERDIMEDITOR”，输入值为“0”；如果想恢复到选项卡模式，则重复命令，输入值为“1”。



图 4-15 “增强尺寸标注”对话框

选项讲解 “增强尺寸标注”命令下的选项 知识要点

☑ 线性（l）：使用水平、垂直或旋转的尺寸线创建线性标注。
☑ 角度（a）：创建一个角度标注，用于表示三个点或两条直线所形成的角度。
☑ 斜剖（r）：为圆和圆弧创建标注。
☑ 基线（b）：从选定的标注基线，创建线性标注或角度标注。
☑ 连续（c）：从选定标注的第二条尺寸界线创建线性标注或角度标注。
☑ 选项（o）：显示“增强尺寸标注选项”对话框，以便用户可以为此命令预配置选项。在“增强尺寸标注选项”对话框下面有“表示法”、“配合/公差”两个选项卡，用户可以进行相关设置，如图 4-16 所示。

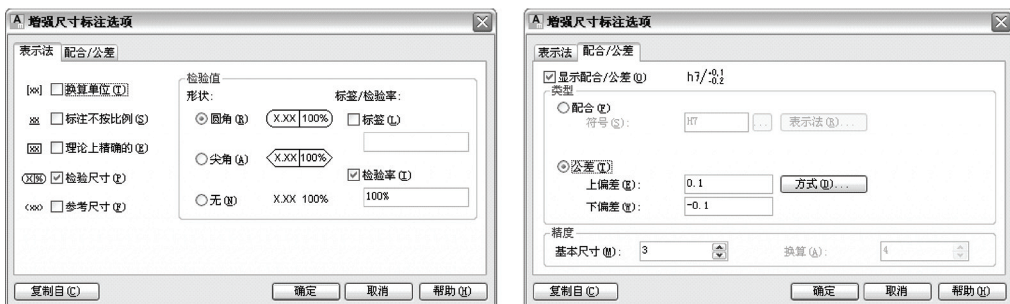


图 4-16 “增强尺寸标注选项”对话框

☑ 更新（U）：更新所选择标注的配合与公差，以反映在“AMOPTIONS”中为文字高度和颜色所配置的最新设置。在拉伸标注时，有时还有必要更新配合的偏差值上限和下限。



4.3.3 AutoCAD Mechanical 多重标注操作

多重标注是指创建从选定点到选定对象轮廓上的所有顶点的多个标注。可以在同一命令任务内使用命令行选项来放置后续标注作为连续标注或基线标注。

用户可以同时创建多个标注。可以标注单独的对象，也可以标注块内的对象。选择要标注的对象，然后指定一点以标记为第一条尺寸界线的起点。之后，该命令将创建从该起点至选定对象轮廓上所有顶点的标注。距离捕捉可帮助用户将标注放置在距进行尺寸标注的对象合适的距离处。“DIMDLI”系统变量可控制标注之间的间距。用户可以在同一命令任务内为两个轴创建标注。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“多重标注”命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释｜多重标注”命令。
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“多重标注”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amautodim”命令。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“多重标注”按钮。
☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“多重标注”按钮。

执行“多重标注”命令后，将弹出“多重尺寸标注”对话框，命令行中将显示如下提示信息，标注效果如图 4-17 所示。

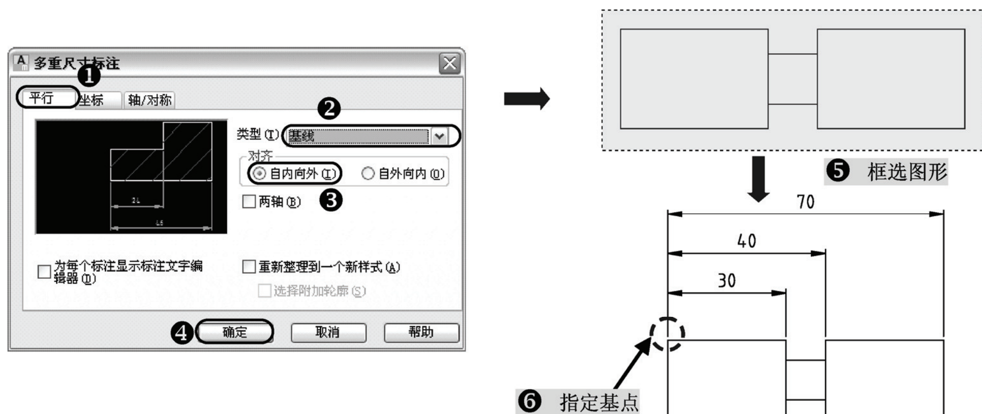


图 4-17　多重标注

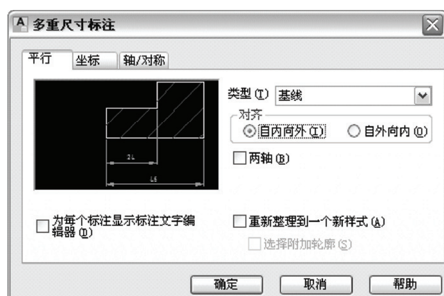
```
命令: AMAUTODIM                                              // 执行“多重标注”命令
选择对象 [块(B)]: 指定对角点: 找到 10 个                       // 选择图形
选择对象 [块(B)]:
第一条尺寸界线的起点:                                          // 指定第一条尺寸界限起点
指定尺寸线位置或 [水平(H)/竖直(V)/已旋转(R)/定位选项(P)]: h     // 选择水平选项
指定尺寸线位置或 [水平(H)/竖直(V)/已旋转(R)/定位选项(P)]:
```

下一个尺寸界线的起点: *取消*　　　　　　　　　　　　// 退出命令

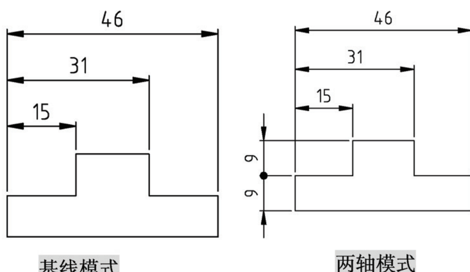
在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，“多重尺寸标注”对话框下面有“平行”、“坐标”、“轴/对称”三个选项卡。

选项讲解　“多重尺寸标注”对话框　知识要点

☑ 平行：将平行标注的类型设置为“基线”或“连续”，如图 4-18 所示。



“平行”选项卡



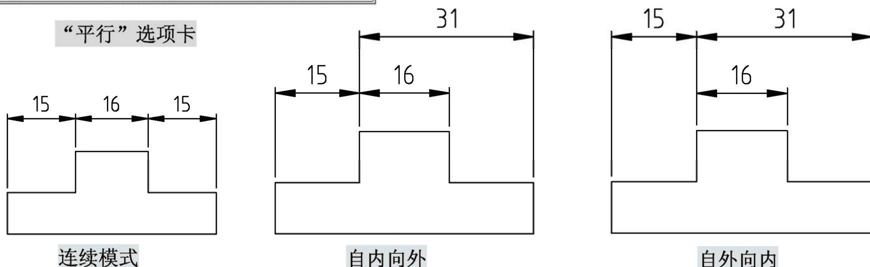
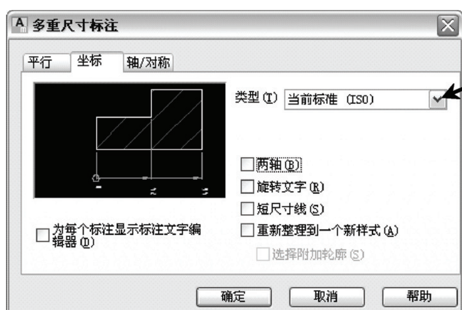


图 4-18　平行下面的几种标注

☑ 坐标：将坐标标注类型设置为“当前标准”（例如 ISO）、“引线长度相等”或“中心过边”，如图 4-19 所示。



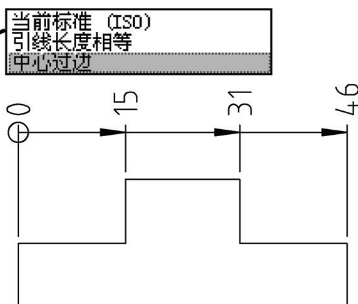


图 4-19　坐标标注

☑ 轴/对称：将尺寸标注类型设置为“轴”（前视图）、“轴”（侧视图）或“对称”。该选项卡的预览部分将显示选定标注类型的图形表示方式，如图 4-20 所示。



图 4-20 轴/对称标注



4.3.4 AutoCAD Mechanical 的旋转线性标注

旋转是指创建旋转线性标注，它可以测量连接两个点的线，在某一方向上成一定角度，以及两个点之间的距离。

在 AutoCAD 中要执行“旋转”标注命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 旋转”命令。

☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“旋转”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerdim_rot”命令。

☑ 面 板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“旋转”按钮。

☑ 面 板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“旋转”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，“旋转”有以下两种标注方式：参照角度旋转和输入角度旋转。

1. 参照角度旋转

现在用参照角度进行旋转标注。执行“旋转”命令后，命令行中将显示如下提示信息，标注效果如图 4-21 所示。

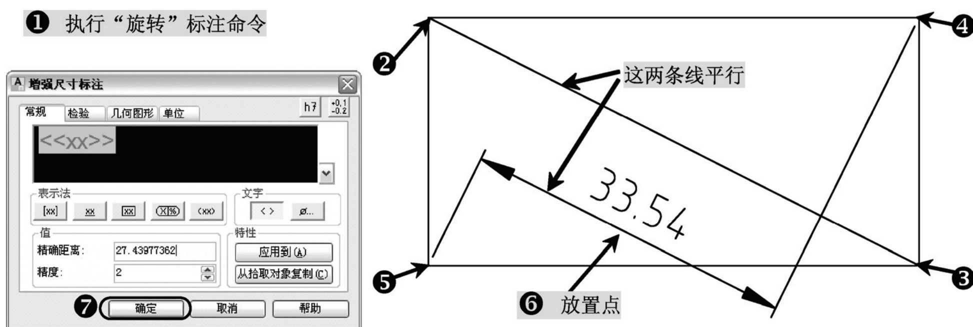


图 4-21 参照旋转标注

命令: _ampowerdim_rot	// 执行“旋转”命令并指定参照第一点
指定尺寸线的角度 [选项(O)] <0>: 指定第二点:	// 指定参照第二点
指定第一个尺寸界线原点或 <选择对象>:	// 选择第一个尺寸界线点

指定第二个尺寸界线原点: // 选择第二个尺寸界线点
指定尺寸线位置或 [定位选项(P)]: // 指定尺寸线位置
指定尺寸线的角度 [选项(O)] <0>: *取消* // 退出命令

2．输入角度旋转

用输入角度进行旋转标注，执行“旋转”命令后，命令行中将显示如下提示信息，标注效果如图 4-22 所示。

命令: _ampowerdim_rot // 执行“旋转”命令
指定尺寸线的角度 [选项(O)] <0>: 45 // 输入旋转角度
指定第一个尺寸界线原点或 <选择对象>: // 选择第一个尺寸界线点
指定第二个尺寸界线原点: // 选择第二个尺寸界线点
指定尺寸线位置或 [定位选项(P)]: // 指定尺寸线的位置
指定尺寸线的角度 [选项(O)] <0>: *取消* // 退出命令

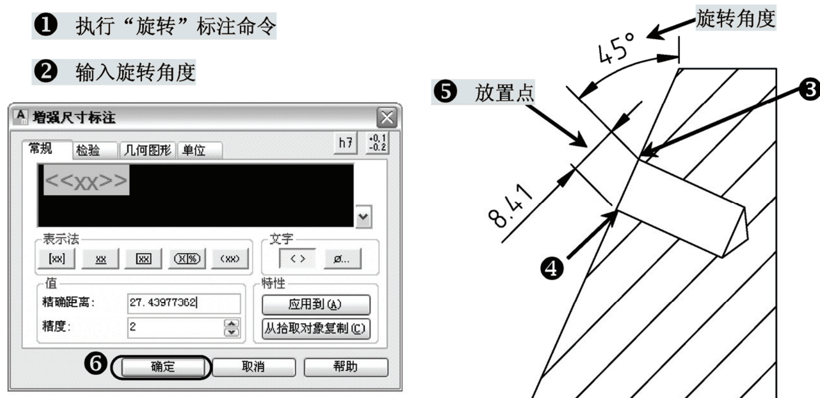


图 4-22 旋转 45°标注

 4.3.5 AutoCAD Mechanical 的倒角标注

在 AutoCAD Mechanical 环境中，要执行“倒角”标注命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 倒角”命令。
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“倒角”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcham2d_dim”命令。
☑ 面 板：在“常用”选项卡的“注释”面板中，单击“倒角”按钮。
☑ 面 板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击“倒角”按钮。

执行“倒角”标注命令后，进行倒角标注，如图 4-23 所示。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，倒角标注的表达方式有 12 种，通过“倒角表示法”可以设置它的默认表示方式。具体方法为“工具→选项→AM：标准→标注→倒角→默认表示法下拉菜单按钮”，这时我们可以看到这 12 种倒角表示法的示意图，通过单击下拉菜单按钮可以设置，如图 4-24 所示。

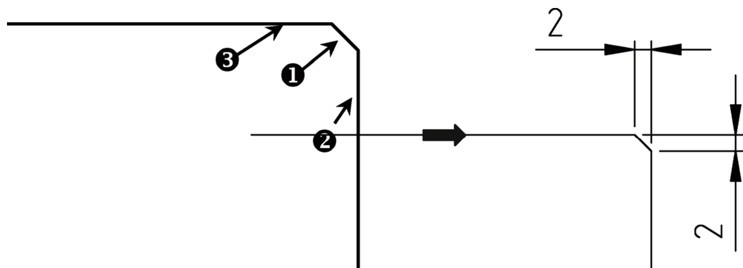


图 4-23　倒角标注

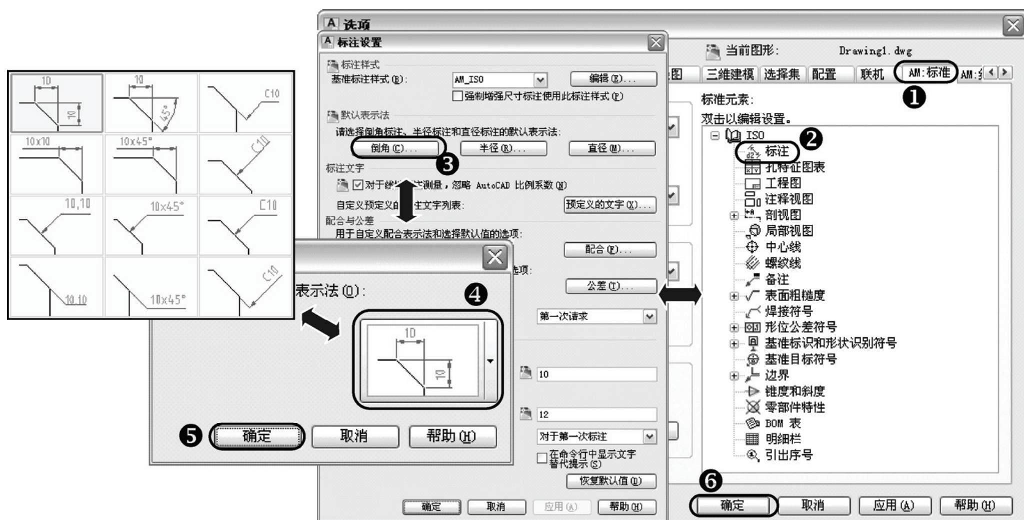


图 4-24　倒角标注样式的设置



4.3.6　AutoCAD Mechanical 标注对象的编辑

编辑标注就是将已经标注好了的相关尺寸按照一定规则重新编辑。

执行“编辑标注”命令，可以通过以下两种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 编辑标注”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“标注”面板中，单击各种编辑方式按钮。

编辑标注下面有 9 种编辑方式，分别为：“排列标注”“打断标注”“多重编辑”“线性/对称延伸”“对齐标注”“合并标注”“插入标注”“检查标注”“重新关联标注”。

1．排列标注

“排列标注”（amdimarrange）命令，采用重新排列线性标注和坐标标注的方式，将其放置在适当的位置。

具体步骤为：排列标注（amdimarrange）→选择要排列的尺寸标注→指定基点→确定，如图 4-25 所示。

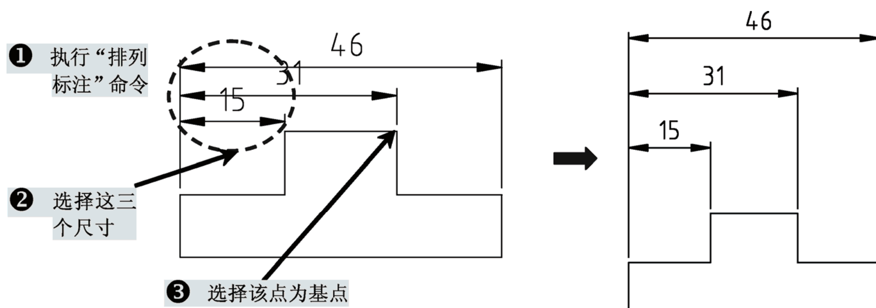


图 4-25　排列标注

2．打断标注

“打断标注”（amdimbreak）命令，可在标注中的特定点处或标注与其他对象相交点处创建打断。打断是关联的，如果移动相交的对象，则打断也会随之移动。通过该命令，用户可以在不必分解标注的情况下提高工程图的可读性。

具体步骤为：打断标注（amdimbreak）→单击选择要打断的尺寸所要打断位置的第一个点→打断位置第二个点→确定，如图 4-26 所示。

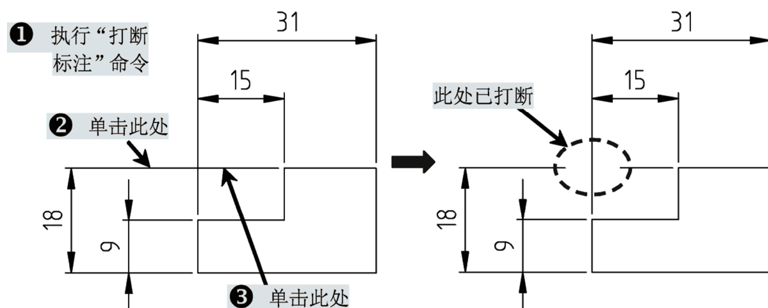


图 4-26　打断标注

3．多重编辑

“多重编辑”（amdimmedit）命令，可同时编辑多个标注。该命令可针对所选的第一个标注显示标注编辑器。如果更改设置，更改将应用于所有选定的标注。

具体步骤为：执行“多重编辑”命令（amdimmedit）→选择要编辑的尺寸→编辑尺寸→确定，如图 4-27 所示。

提示技巧　关于弹出“增强尺寸标注”对话框　学习笔记



在本例讲解中，在“系统变量”中已将其设置成对话框模式。（AMPOWERDIMEDITOR）值为“0”。

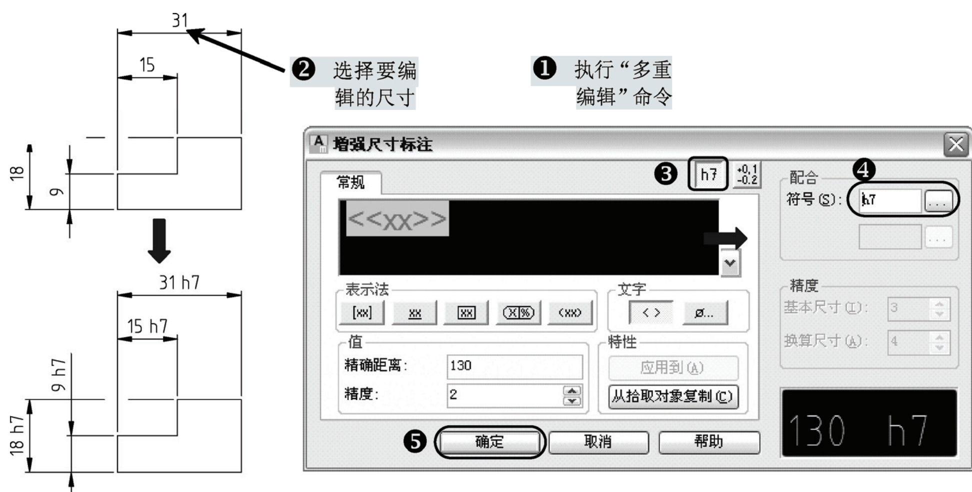


图 4-27 多重标注

4．线性/对称延伸

“线性/对称延伸”（amdimstretch）命令，通过拉伸或收缩与对象关联的线性标注或对称标注来调整对象的大小。可以通过指定标注文字的值拉伸或收缩标注。用户必须使用框选方式选择要拉伸或收缩的标注和对象。

执行线性延伸的具体步骤为：执行“线性”命令（amdimstretch）→线性→单击选择要编辑的尺寸数值→输入新尺寸数值→框选要拉伸的图形→确定，如图 4-28 所示。

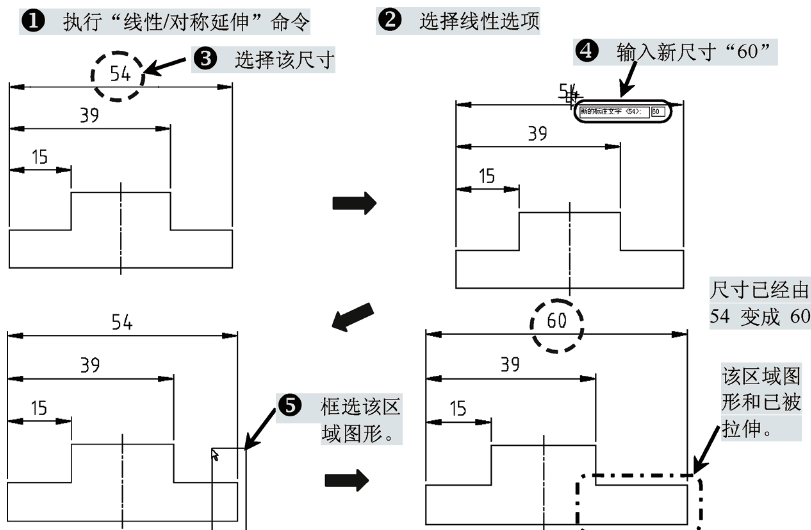


图 4-28 线性延伸

执行对称延伸的具体步骤为：执行“线性”命令（amdimstretch）→对称→单击选择要编辑的尺寸数值→输入新尺寸数值→选择中心线上的两点→框选要拉伸的图形→确定，如图 4-29 所示。

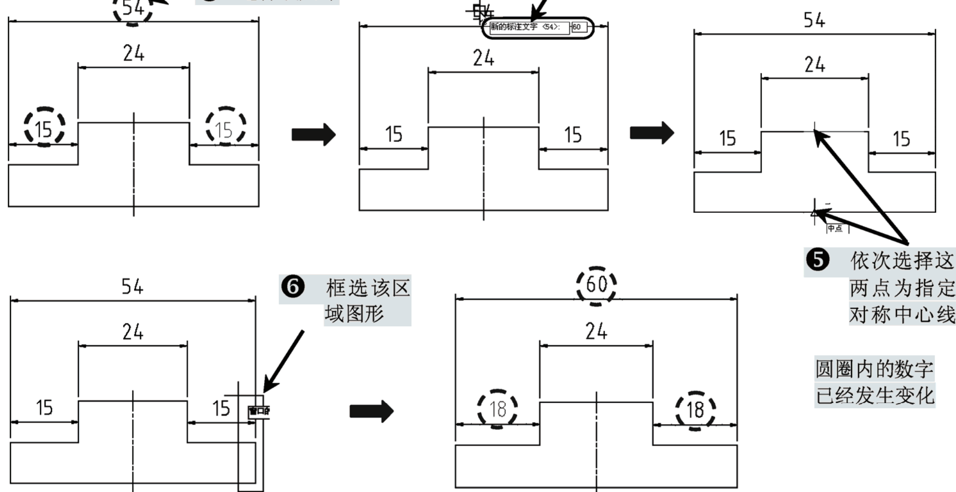


图 4-29　对称延伸

5. 对齐标注

“对齐标注”（amdimalign）命令，以选定的标注作为基线排列线性标注、坐标标注或角度标注。选定要对齐的标注的类型必须相同。

具体步骤为：执行“对齐标注”命令（amdimalign）→单击选择要对齐的基准尺寸（以该尺寸为基准）→单击要对齐的尺寸→单击要对齐的另一个尺寸→确定，如图 4-30 所示。

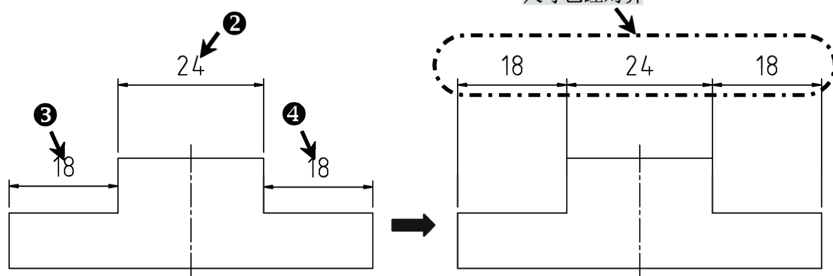


图 4-30　对齐标注

6. 合并标注

“合并标注”（amdimjoin）命令，将两个单独的标注（类型相同）合并为一个标注。该命令仅适用于线性标注和角度（3 点或 2 线）标注。

具体步骤为：执行“合并标注”命令（amdimjoin）→单击选择要合并的基准尺寸→单击要合并的尺寸→单击要合并的尺寸→确定，如图 4-31 所示。

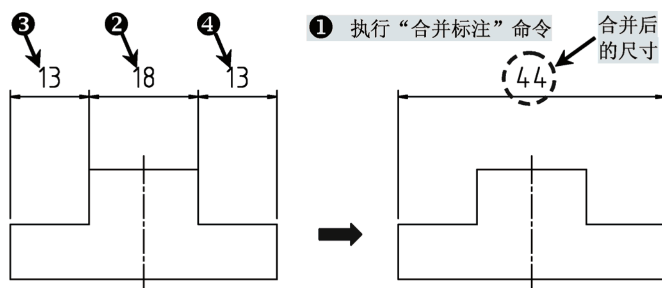


图 4-31　合并标注

7．插入标注

“插入标注”（amdiminsert）命令，将线性标注或角度标注分割为两个单独的标注。该命令可以在选择的点处截断选定的标注，并在选定标注的第二条尺寸界线处插入新标注。该新标注与使用 AMPOWERDIM 命令创建的标注是相同的。

具体步骤为：执行“插入标注”命令（amdiminsert）→单击选择要插入的基准尺寸→单击新插入尺寸的基点，如图 4-32 所示。

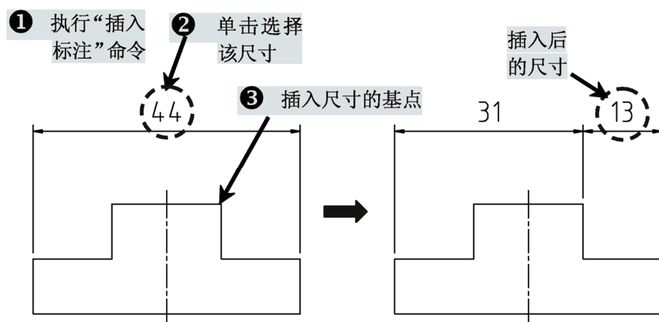


图 4-32　插入标注

8．检查标注

“检查标注”（amcheckdim）命令，使用标注文字替代亮显或编辑标注。

具体步骤为：执行“检查标注”命令（amcheckdim）→选择编辑选项（E）→对尺寸进行编辑→确定，如图 4-33 所示。

9．重新关联标注

“重新关联标注”（dimreassociate）命令，对标注尺寸的关联点进行重新定位。

具体步骤为：执行“重新关联”命令（dimreassociate）→单击选择要更改的尺寸→单击选择基点→单击选择要重新关联的点，如图 4-34 所示。

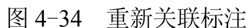
专业知识　尺寸三要素

学习笔记



尺寸三要素为尺寸数值、尺寸线和尺寸界线。在对零件进行标注时，应做到不漏标注，不重复标注，尽量将标注尺寸标注到反映该零件特性的地方。


图 4-33　检查标注


图 4-34　重新关联标注

一学即会　调节件的标注练习

视频：调节件的标注.avi
案例：标注图形.dwg

4 练习

在本例中综合运用了几种 AutoCAD Mechanical 的增强标注方式来对调节件进行标注，首先运用多重标注和垂直标注对主视图进行高度和直径标注；再重复操作对俯视图进行宽度

和长度标注；最后对键槽圆弧进行标注。其操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\04\待标注图形.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\04\标注图形.dwg”文件。

2）在“常用/图层”中选择“粗实线”图层，使之成为当前图层。执行“多重标注”命令（amautodim）后，弹出“多重尺寸标注”对话框，依次选择“平行 | 基线 | 自内向外”，确定，依图示选择要标注的线段，再选择基点，选择“竖直”选项，对“主视图”进行高度方向标注，如图 4-35 所示。

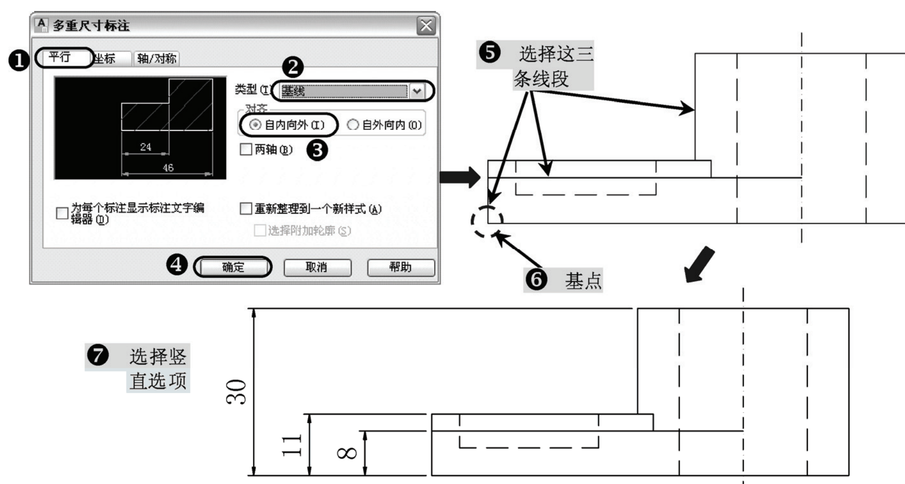


图 4-35　竖直多重标注

3）重复执行“多重标注”命令（amautodim）后，弹出“多重尺寸标注”对话框，依次选择“轴 | 对称 | 轴（前视图）”，确定，依图示选择要标注的线段，再选择两个中心点，对“主视图”中两个圆的直径进行标注，如图 4-36 所示。

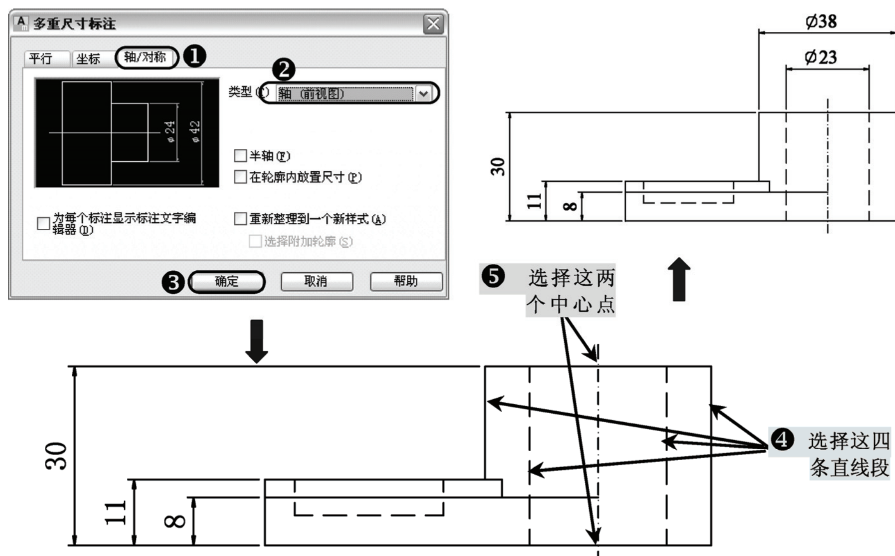


图 4-36　轴多重标注

4）执行“垂直”命令（ampowerdim_ver）后，选择图示的两点，在单击尺寸数字放置位置，弹出的“增强尺寸标注”对话框，因为该尺寸不需要添加标识，所以直接单击“确定”，对“主视图”中的键槽深度进行标注，如图 4-37 所示。

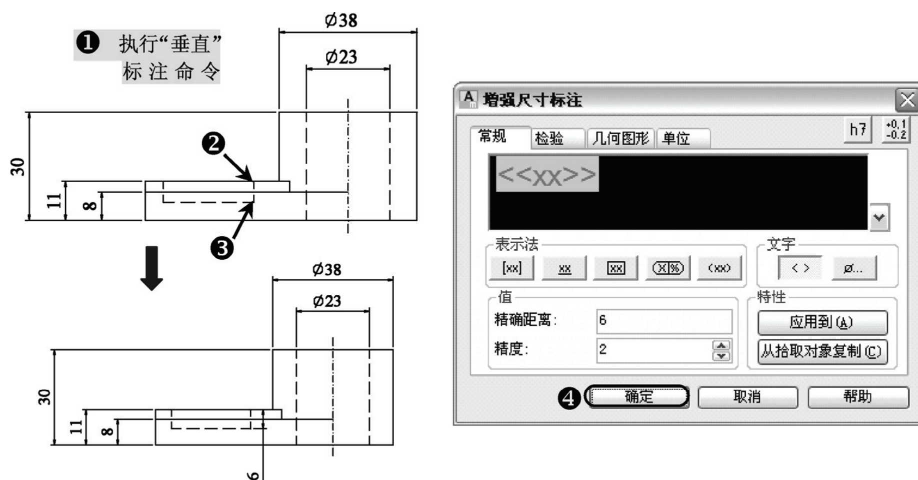


图 4-37　垂直标注

5）执行“多重标注”命令（amautodim）后，弹出“多重尺寸标注”对话框，依次选择“轴｜对称｜对称”，确定，依图示选择要标注的线段，再选择两个中心点，对“俯视图”中对称外形进行标注，如图 4-38 所示。

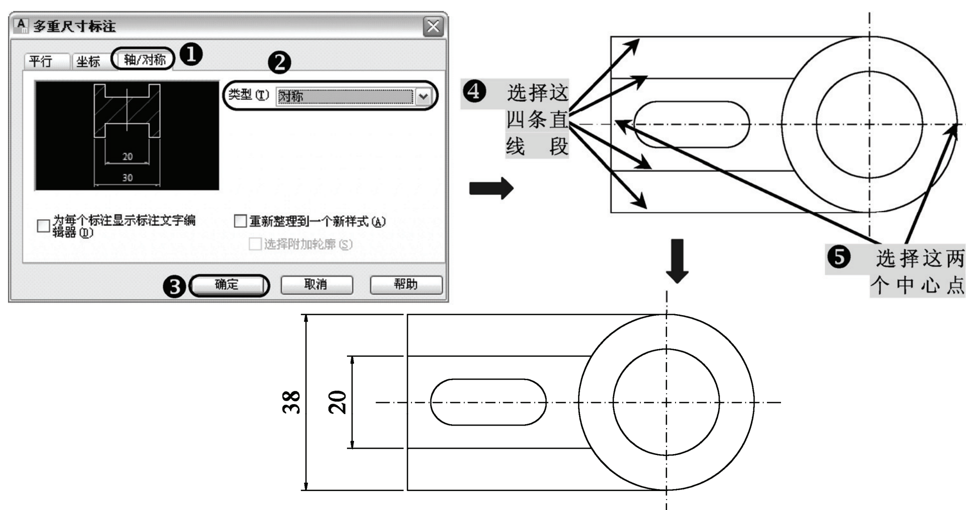


图 4-38　对称多重标注

6）重复执行“多重标注”命令（amautodim）后，弹出“多重尺寸标注”对话框，依次选择“平行｜基线｜自内向外”，确定，依图示选择要标注的线段，再选择基点，选择“水平”选项，对“俯视图”进行水平方向的标注，如图 4-39 所示。

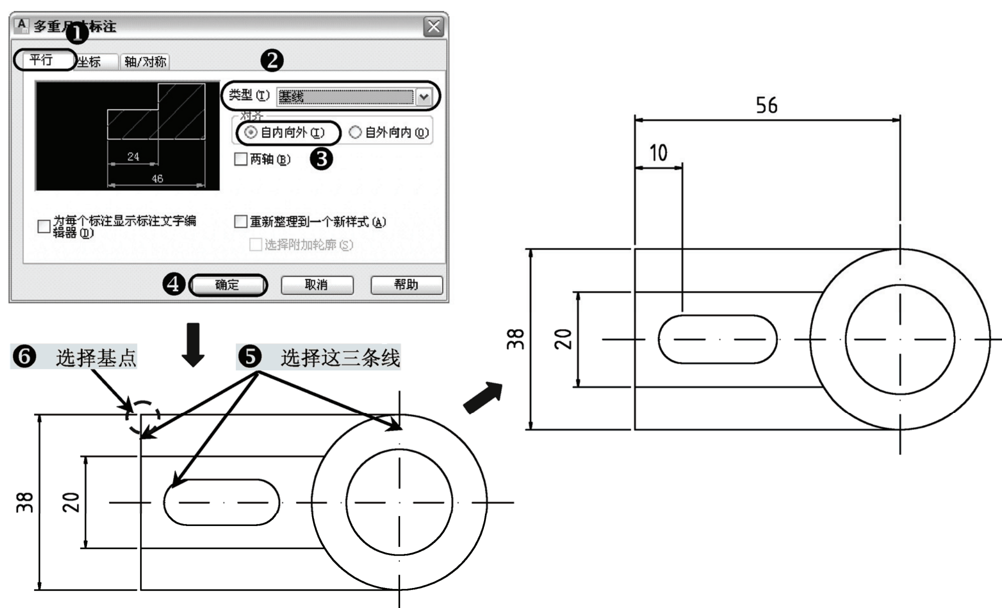


图 4-39 水平多重标注

7）执行“水平”命令（ampowerdim_hor）后，选择图示的两点，在单击尺寸数字放置位置，弹出“增强尺寸标注”对话框，因为该尺寸不需要添加标识，所以直接单击“确定”，对“俯视图”中键槽两圆弧的圆心距离进行标注，如图 4-40 所示。

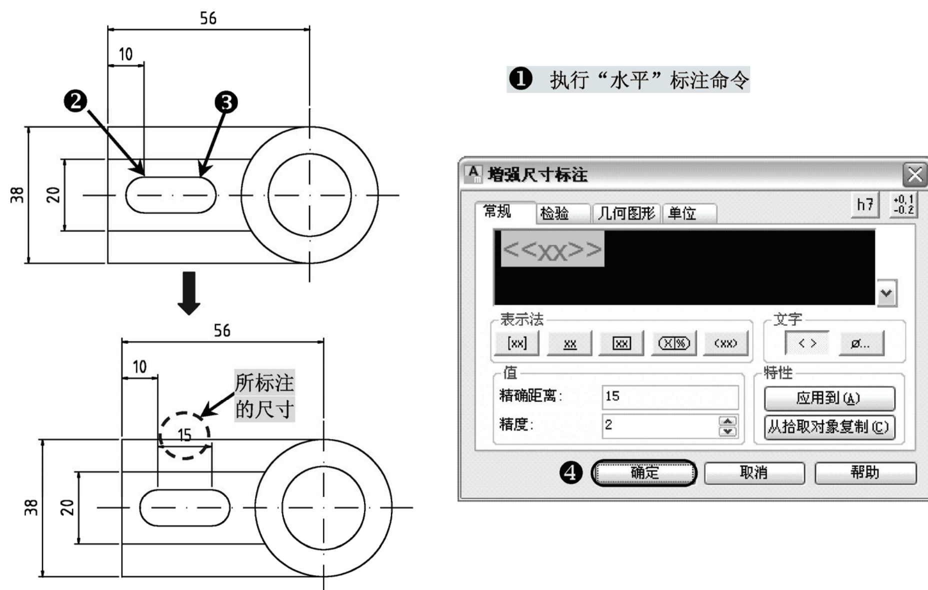


图 4-40 水平标注

8）执行“对齐标注”命令（amdimalign），单击数值为 10 的尺寸，再单击数值为 15 的尺寸，使数值为 15 的尺寸向数值为 10 的尺寸对齐，如图 4-41 所示。

9）执行“半径”命令（ampowerdim_rad），单击选择键槽的圆弧，进行半径标注，如

图 4-42 所示。

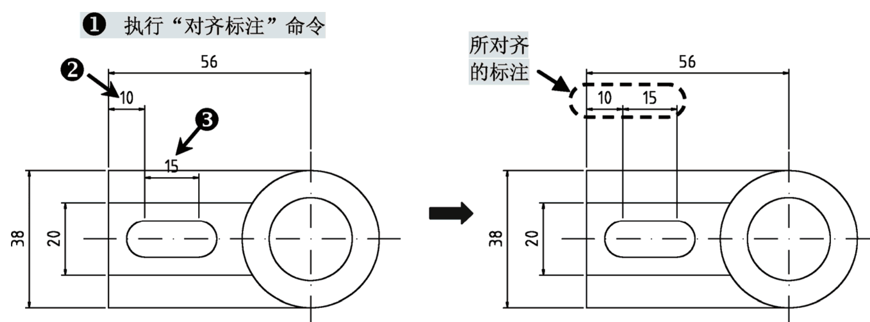


图 4-41　对齐尺寸

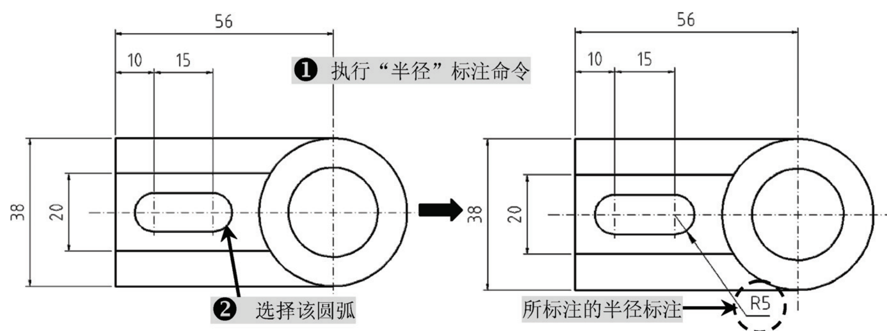


图 4-42　圆角标注

10）至此，该图形已经绘制完成，如图 4-43 所示。再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

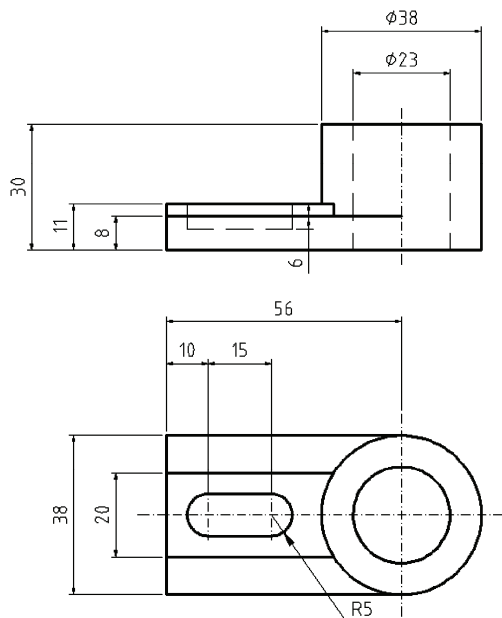


图 4-43　最终图形

第 5 章

AutoCAD Mechanical 的增强操作

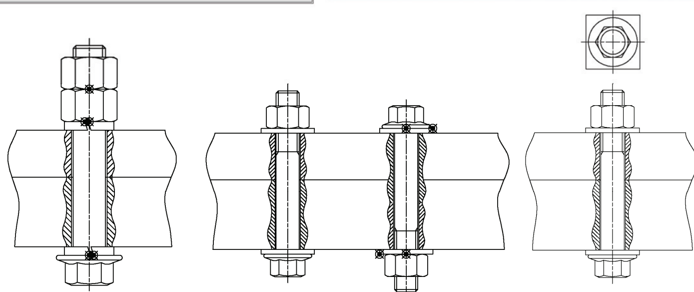
内容摘要

在 AutoCAD Mechanical 中，“增强命令”是几个命令的总称，包括“增强编辑”“增强复制”“增强删除”“增强调用”“增强视图”5 个命令。

学习本章应对以下命令进行系统了解。

- 掌握 AutoCAD Mechanical 的增强编辑操作
- 掌握 AutoCAD Mechanical 的增强复制操作
- 掌握 AutoCAD Mechanical 的增强删除操作
- 掌握 AutoCAD Mechanical 的增强调用操作
- 掌握 AutoCAD Mechanical 的增强视图操作
- 模板联接的操作练习





5.1 AutoCAD Mechanical增强编辑操作

5 掌握

增强命令是利用图形对象的内部信息进行相关编辑，从而达到对图形快速编辑操作的目的。这些附着内部信息的图形对象称为“增强对象”。内部信息包括对象之间的关联关系、轴特征、填充图案和标准等。例如，两块铁板用螺纹联接，如果改变这个螺纹联接的相关部件，如改变尺寸、规格和数量，那么整个螺纹联接就会动态地显示这些更改数据。

增强编辑能识别任何选定对象并调用最合适的命令来编辑该对象，在编辑不同的对象时显示不同的编辑对话框。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“增强编辑”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 增强编辑”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampoweredit”命令。

☑ 快捷键：〈Ctrl+Alt+E〉。

例如，对螺纹联接进行相关增强编辑，需更改垫片类型、螺纹大小并增加一个螺母。

1）打开“案例\05\螺纹联接素材.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\05\螺纹联接.dwg”文件。

2）按〈Ctrl+Alt+E〉组合键来执行“增强编辑”命令（ampoweredit），选择要编辑的螺纹图形，将弹出“螺纹联接　新零件　主视图-前视图”对话框。

3）依照图示选择“M14”，单击“正方形测试垫圈（公制）(IFI)”按钮，将弹出“选择垫圈”对话框，再依次选择“弹簧垫圈→GB 93-87”并返回；单击第 2 个“正方形测试垫圈（公制）(IFI)”按钮，进行同样的选择，如图 5-1 所示。

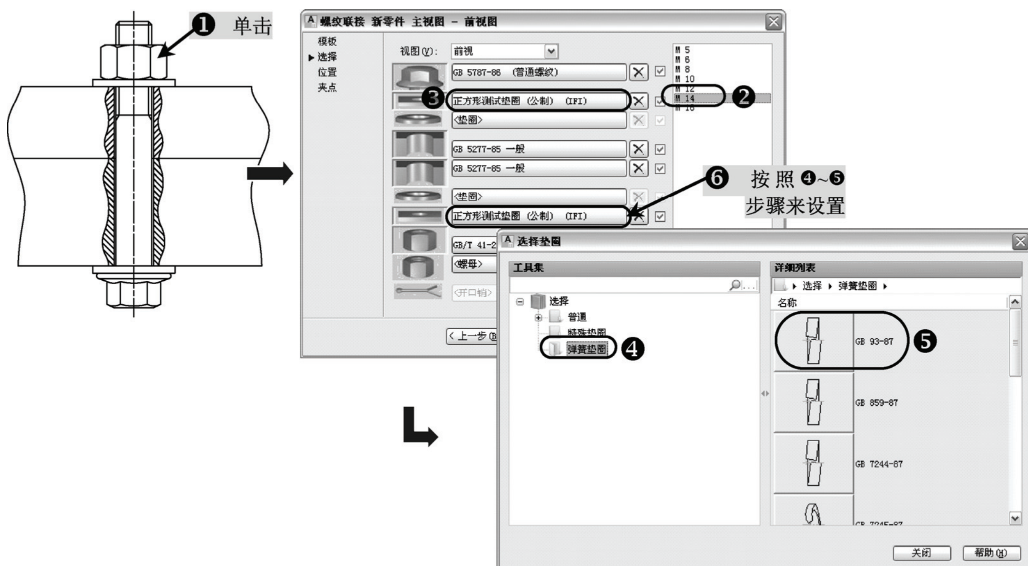


图 5-1　设置弹簧垫圈

4）单击螺母图标后面的“螺母”按钮，将弹出“选择螺母”对话框，依次选择“六角

螺母→GB/T 41 2000(普通螺纹)→前视”并返回；再单击其下的另一个“螺母”按钮，进行同样的选择。

5）最后单击“完成”按钮，完成对螺纹联接的修改，如图 5-2 所示。

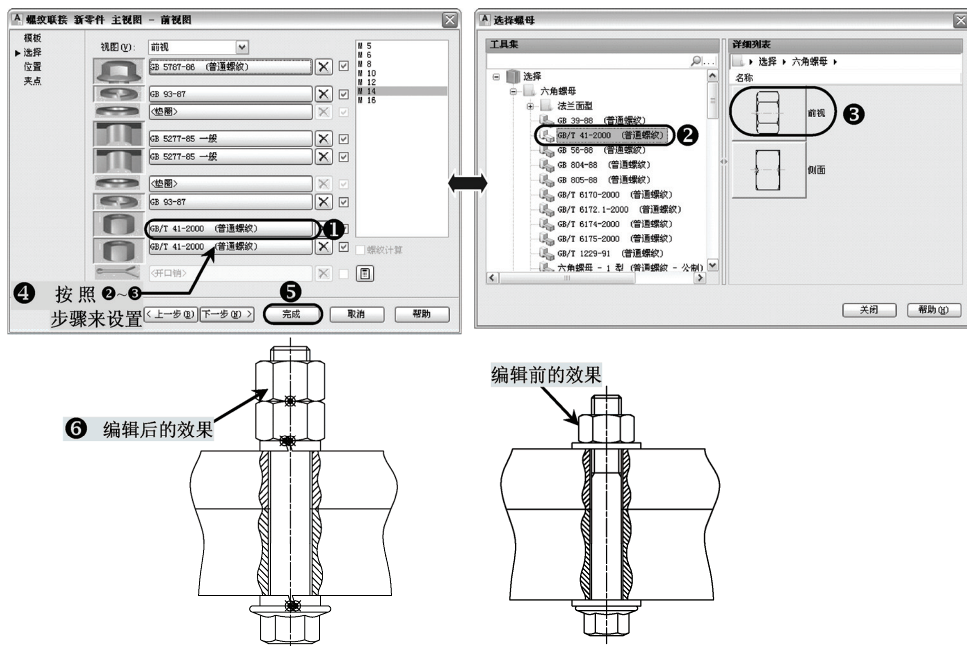


图 5-2 增强编辑操作

技巧提示 关于“增强编辑”

学习笔记



当用户在使用“增强编辑”命令时，如果选定的对象位于已锁定的图层上，则此功能无法使用。

5.2 AutoCAD Mechanical增强复制操作

5 掌握

增强复制是生成指定对象的相同副本。用户可以通过单击对象的任意部分来选择要复制的对象。该命令可以自动选择与该对象关联的所有元素，包括与该对象关联的 AutoCAD Mechanical 特定信息。如果用户使用的是“复制”命令（COPY）而不是“增强复制”命令（AMPOWERCOPY），则必须手动选择构成对象的所有元素。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“增强复制”命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 增强复制”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowercopy”命令。

☑ 快捷键：〈Ctrl+Alt+C〉。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中单击“增强复制”按钮。
☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“增强复制”按钮。
例如，复制一个螺纹联接。
1）打开“案例\05\螺纹联接素材.dwg”文件。
2）按〈Ctrl+Alt+C〉组合键执行“增强复制”命令（ampowercopy），再选择要复制的螺纹图形。
3）此时系统提示插入点，选择视图右边最上面的水平线段中心点。
4）开启“正交”模式，将鼠标移动到插入点正下方，单击“确定”，复制螺纹联接完毕，如图 5-3 所示。

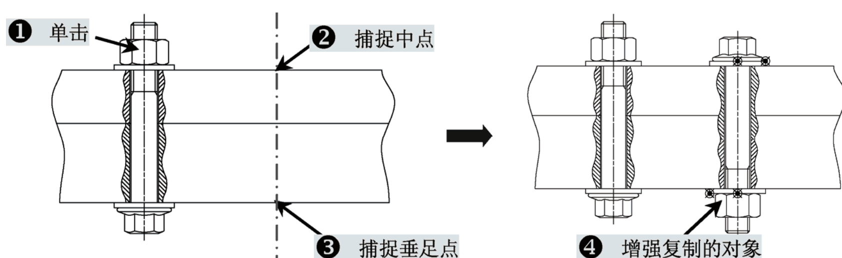


图 5-3　增强复制

5.3 AutoCAD Mechanical增强删除操作

5 掌握

增强删除可以完全删除 AutoCAD Mechanical 对象并修补周围区域，即如果插入了 AutoCAD Mechanical 零部件，当执行“增强删除”命令后，图形会恢复到没有插入零部件前的样子。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“增强删除”命令，可以通过以下 5 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 增强删除”命令。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowererase”命令。
☑ 快捷键：〈Ctrl+Alt+S〉。
☑ 面　板：在“常用”选项卡的“修改”面板中单击“增强删除”按钮。
☑ 工具栏：在“修改”工具栏上单击“增强删除”按钮。
例如，对螺纹联接进行增强删除。
1）打开“案例\05\螺纹联接素材.dwg”文件。
2）按〈Ctrl+Alt+S〉组合键执行“增强删除”命令（ampowererase），单击要删除的螺纹图形（只需要单击选择一个零件就可以了，不必全部选择，系统会自动识别相关的零件）。
3）按〈Enter〉键确定后，选择的图形就被删除了，如图 5-4 所示。

技巧提示

尺寸的增强删除

学习笔记



如果删除图形中的增强尺寸标注，该命令将调整删除后剩余的标注，从而避免删除尺寸线后留下间隙，如图 5-5 所示。

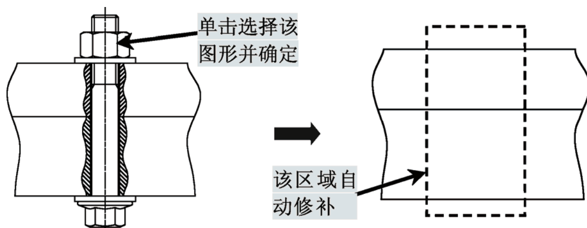


图 5-4 增强删除

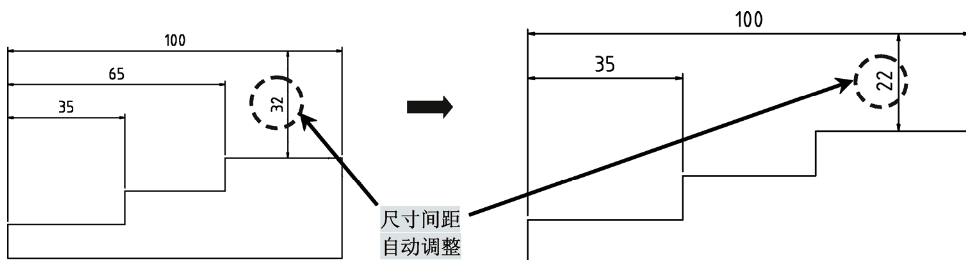


图 5-5 标注自动调整

5.4 AutoCAD Mechanical增强调用操作

5 掌握

增强调用用以识别图形中选定对象，并调用创建该对象时使用的命令来创建新的图形对象。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“增强调用”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 增强调用”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerrecall”命令。

☑ 快捷键：〈Ctrl+Alt+R〉。

例如，对螺纹联接进行增强调用，从而创建其他的图形。

1）打开“案例\05\螺纹联接素材.dwg”文件。

2）按〈Ctrl+Alt+R〉组合键执行“增强调用”命令（ampowerrecall），单击要调用的螺纹图形，将弹出“螺纹联接 新零件 主视图-前视图”对话框。

3）依照图示选择“M12”，单击选择 “GB 5787-86 (普通螺纹)”按钮，依次选择“盘头型→GB/T 70.1-2000（普通螺纹）→前视”并返回，再删除垫圈选项。

4）单击第二个“GB 5277-85 一般”按钮，依次选择“螺纹孔→盲孔（标准退刀）→GB/T 196-2003（普通螺纹）”，然后单击“下一步”按钮。

5）此时系统提示插入点，选择视图右边最上面的水平线段中心点，提示第一个孔的终点，选择第一点落在第二条水平线段的垂足点。在弹出的“螺栓装配位置-前视图”对话框中单击“完成”按钮。

6）此时系统提示输入“螺纹规格长度”，输入“35”，提示输入“拖动尺寸”，输入“10”，然后单击“确定”。增强调用螺纹的操作如图 5-6 所示。

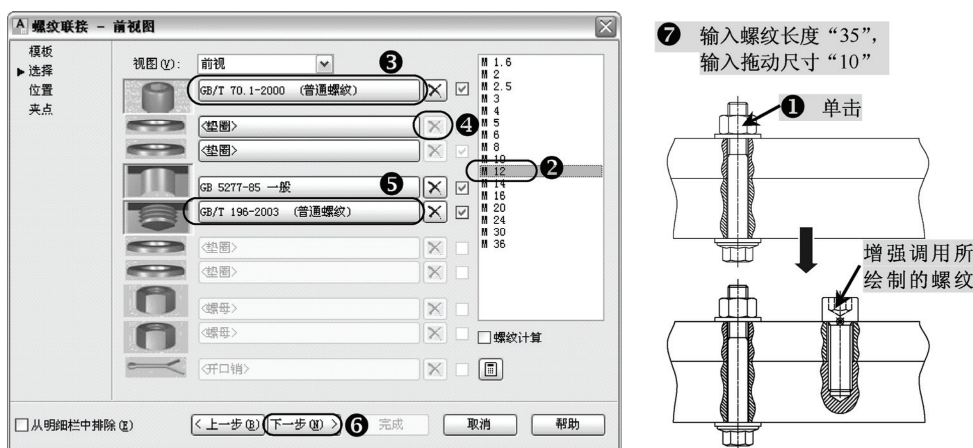


图 5-6 增强调用操作

5.5 AutoCAD Mechanical增强视图操作

5 掌握

增强视图是在工程图中利用标准零件的一个视图来创建一个与其相对应的其他视图。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“增强视图”命令，用户可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“修改 | 增强视图”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowerview”命令。

☑ 快捷键：〈Ctrl+Alt+V〉。

例如，利用螺纹联接的“前视图”创建一个“俯视图”。

1）打开“案例\05\螺纹联接素材.dwg”文件。

2）按〈Ctrl+Alt+V〉组合键执行“增强视图”命令（ampowerview），单击要添加视图的螺纹图形。

3）弹出一个“AutoCAD Mechanical”对话框，提示用户选择重画哪个螺纹联接视图，单击选择“俯视”按钮。

4）将鼠标移动到螺纹的正下方，单击确定，从而创建一个视图，如图 5-7 所示。



图 5-7 增强视图操作

技巧提示 增强视图的注意点

学习笔记



“增强视图”命令只能应用于二维标准件。

一学即会 模板的联接操作

视频：模板的联接.avi
案例：模板联接.dwg

5 练习

本例综合运用了几种常见的增强命令，下面通过编辑视图进行训练，使读者掌握相关增强命令的方法和技巧。操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\05\增强命令素材.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\05\模板联接.dwg”文件。

2）对“主视图”中的螺纹进行操作。按〈Ctrl+Alt+C〉组合键执行“增强复制”命令（ampowercopy），单击要复制的螺纹图形，此时系统提示插入点，选择“主视图”右下方的十字中心线中点，输入角度“0”，按〈Enter〉键确定，从而完成螺纹的复制，如图 5-8 所示。

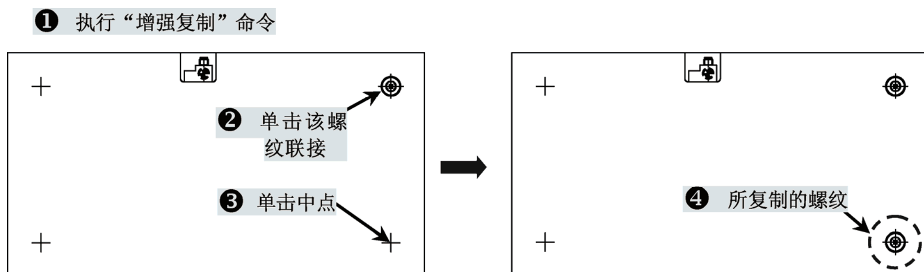


图 5-8 俯视螺纹

3）重复执行“增强复制”命令（ampowercopy），对左边的两个十字中心线进行螺纹的“增强复制”，如图 5-9 所示。

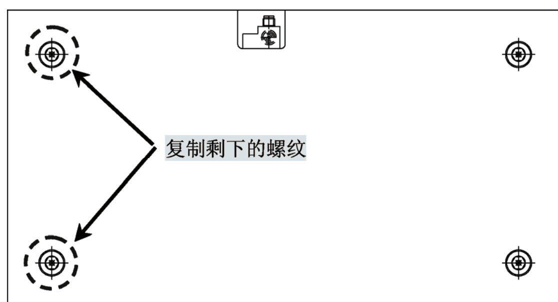


图 5-9　复制剩下的螺纹

4）对“主视图”中的“感应开关”添加螺纹。按〈Ctrl+Alt+R〉组合键执行“增强调用”命令（ampowerrecall），单击要调用的目标螺纹图形，将弹出“螺纹联接-俯视图”对话框，选择“前视图”“M4”，再单击“自定义沉头孔”按钮，依次选择“圆柱通孔→GB 5277-85 一般”，单击“下一步”按钮，依照图示位置选择插入点，指定第一个孔的终点，输入螺纹长度规格“16”，输入拖动尺寸“10”，如图 5-10 所示。

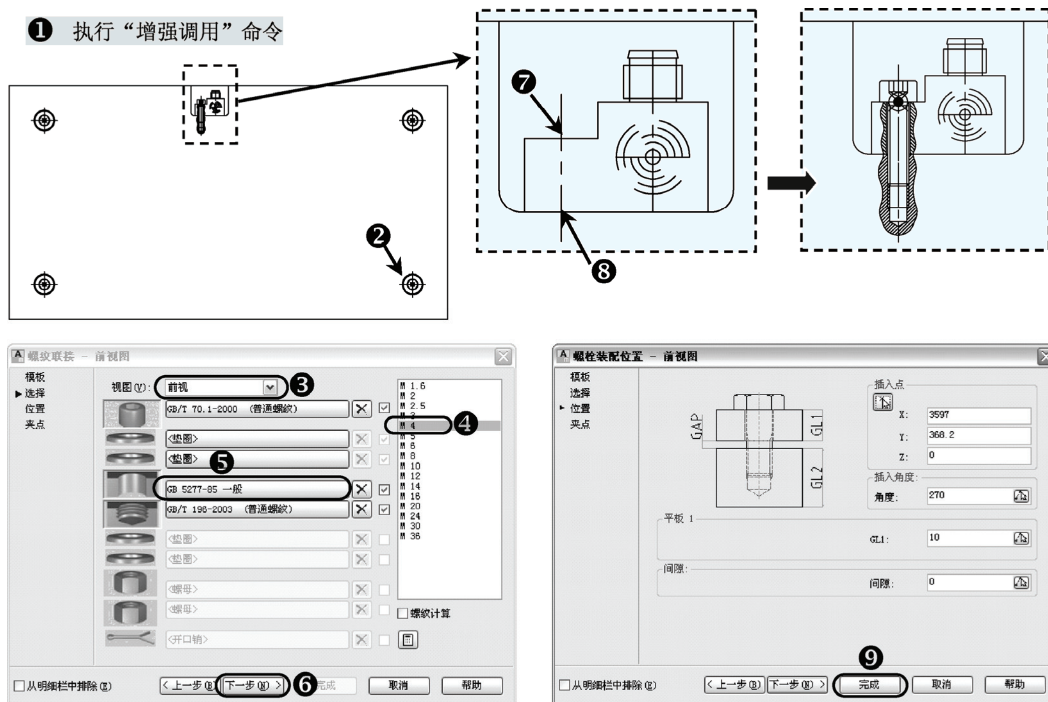


图 5-10　对螺纹进行增强调用

5）给“俯视图”中“感应开关”的“俯视图”添加螺纹。按〈Ctrl+Alt+V〉组合键执行“增强视图”命令（ampowerview），单击“感应开关”的螺纹视图，弹出“AutoCAD Mechanical”对话框，选择单击“俯视”按钮，将鼠标移动到“俯视图”中“感应开关”左

边十字中心线的中点上，重复执行“增强视图”命令（ampowerview），添加另一个视图，如图 5-11 所示。

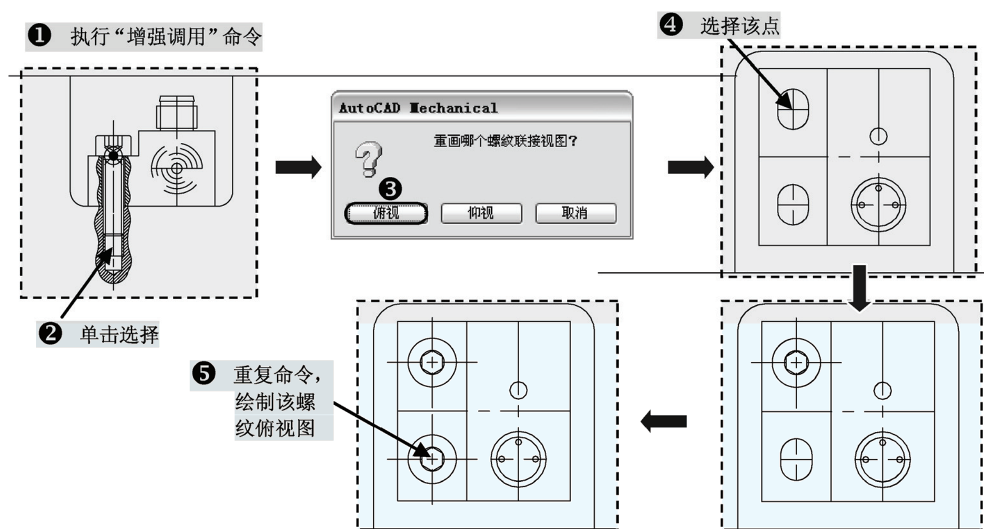


图 5-11　螺纹的增强视图

6）重复执行增强视图”命令（ampowerview），在“俯视图”中添加螺纹的“俯视图”，如图 5-12 所示。

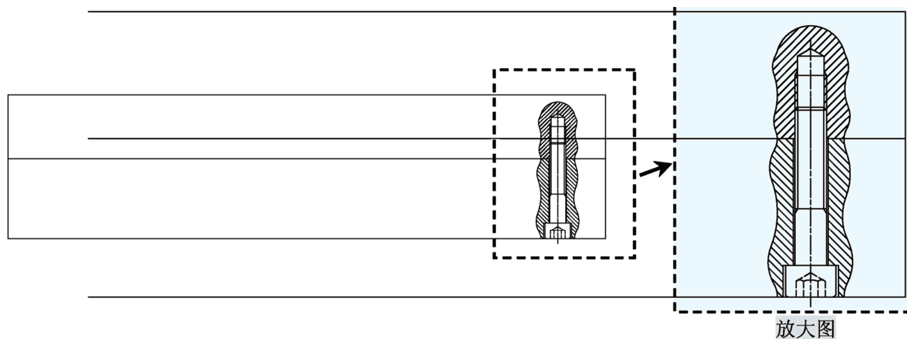


图 5-12　继续添加增强视图

7）现在对“标题栏”进行“增强编辑”。执行“增强编辑”命令（ampoweredit），单击“标题栏”，弹出“更改标题栏条目”对话框，此时可以对“标题栏”进行更改，在“文件名称”栏里填写“C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\模板联接.dwg”；在“设计日期”栏里填写“2013-05-1”；在“设计者”栏里填写“Mechanical”；在“审核者”栏里填写“AutoCAD”；单击“下一个”按钮，在“审核日期”栏里填写“2013-05-4”，单击“确定”按钮，如图 5-13 所示。

8）至此，该图形已经绘制完成。再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

❶ 执行“增强编辑”命令

更改标题栏条目

文件名称 ❷ s\Administrator\桌面\模板联接.dwg
比例 1:1
设计日期 ❸ 2013-05-1
设计者 ❹ Mechanical
图样名称
附加名称
图样代号 –
阶段标记
FSCM 代码
审核者 ❺ AutoCAD
确定 取消 上一个(P) ❻ 下一个(N)

更改标题栏条目

审核日期 ❼ 2013-05-4
批准者
批准日期
图幅 A2
校对者
合同号
校对日期
页数
版本 ❽
确定 取消 上一个(P) 下一个(N)

文件名称 C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\模板联接.dwg
FSCM 代码
页数
比例 1:1
图幅 A2
设计 2013-05-1 Mechanical
校对
审核 2013-05-4 AutoCAD
批准
版本
合同号
图样代号 —

图 5-13 对标题框进行增强编辑

第 6 章

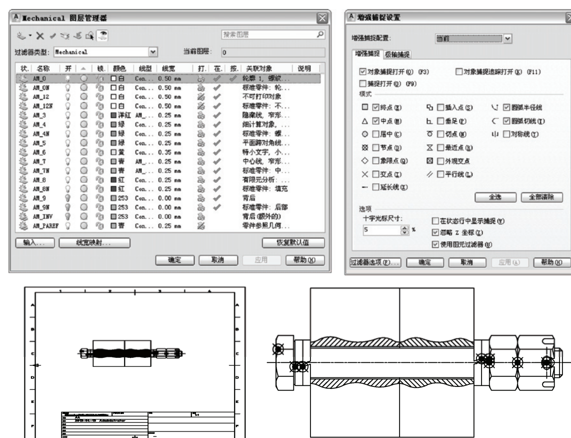
AutoCAD Mechanical 的基本设置

内容摘要

在设计工程图时，为了能够更加精确地绘制或编辑图形对象，应对 AutoCAD Mechanical 的相关设置项进行设置，包括 AutoCAD Mechanical 图层设置、AutoCAD Mechanical 捕捉设置、AutoCAD Mechanical 插入外部参照设置等。

通过本章的学习应对以下命令进行系统了解。

- 掌握 Mechanical 图层管理器的设置
- 掌握标准零件、构造线、零件参照等图层的开/关
- 掌握标题栏、视口、隐藏线等图层的开/关
- 掌握 AutoCAD Mechanical 的增强捕捉设置方法
- 掌握 AutoCAD Mechanical 中的虚拟交点、相对点、矩形中点和两点间中点的使用
- 掌握图元过滤器、忽略 Z 坐标的开/关
- 掌握插入外部参照及外部参照设置方法



6.1 AutoCAD Mechanical的图层设置

6 掌握

为了便于图形的管理，AutoCAD 引入“图层”概念，“图层设置”就是将“线性”、“线宽”、“颜色”和“状态”等属性相同的图线归在一个图层上。

相比 AutoCAD 的图层操作，AutoCAD Mechanical 新增了几个功能，包括“快速设置为当前图层”“标准零件 开/关”“构造线 开/关”“构造线 锁定/解锁”“零件参照图层 开/关”“标题栏图层 开/关”“视口图层 开/关”和“隐藏线 开/关”。



6.1.1 Mechanical 图层管理器

在 AutoCAD Mechanical 中，可实时创建“Mechanical 图层”，且通常不需要手动创建。但如果需要，可使用“amlayer”命令手动创建“Mechanical 图层”，“amlayer”命令可显示“Mechanical 图层管理器”，用户能够从现有的图层定义创建“Mechanical 图层”或创建一个全新的“Mechanical 图层”（或定义）。

“Mechanical 图层管理器”允许用户设置图层的特性，也可以设置图层定义的特性，这是使用“layer”命令不能执行的操作。

如果使用“layer”命令更改“Mechanical 图层的特性”，图层的特性将不再与图层定义相匹配。如果需要，可以使用“amlayreset”命令重置所有“Mechanical 图层”使之与它们的定义特性相匹配。

在 AutoCAD Mechanical 中要打开“Mechanical 图层管理器”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“格式 | Mechanical 图层管理器”命令。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amlayer”命令。
☑ 工具栏：在“Mechanical 工具”工具栏上，单击“Mechanical 图层管理器”按钮。
☑ 面　板：在“常用”选项卡“图层”面板中，单击“Mechanical 图层管理器”按钮。

执行“Mechanical 图层管理器”命令（amlayer）后，将弹出“Mechanical 图层管理器”对话框，如图 6-1 所示。在“过滤器类型”下拉菜单中选择“Mechanica”，AutoCAD Mechanical 软件自带的图层列表。

选项讲解 “Mechanical 图层管理器”对话框的相关选项 知识要点

☑ 创建图层：在该选项下有两个选项，“新建图层”和“新建图层定义”。“新建图层”可以创建图层和图层定义。“新建图层定义”只创建图层定义。
☑ 删除图层：删除图层列表中的当前选择内容。如果当前选择的内容是 AutoCAD 图层，则将删除该图层。如果当前选择的内容是 Mechanical 图层，则将删除该图层，但会继续保留图层定义。如果当前选择的内容是图层定义，则将删除图层定义。
☑ 设为当前图层组：将选定图层设置为当前图层。AutoCAD 命令始终在当前图层

上绘制对象。在使用 AutoCAD 命令之前，请相应地设置当前图层。另一方面，无论将哪个图层设置为当前图层，在启用“自动特性管理”时，AutoCAD Mechanical 命令都会在相应的图层上绘制对象。

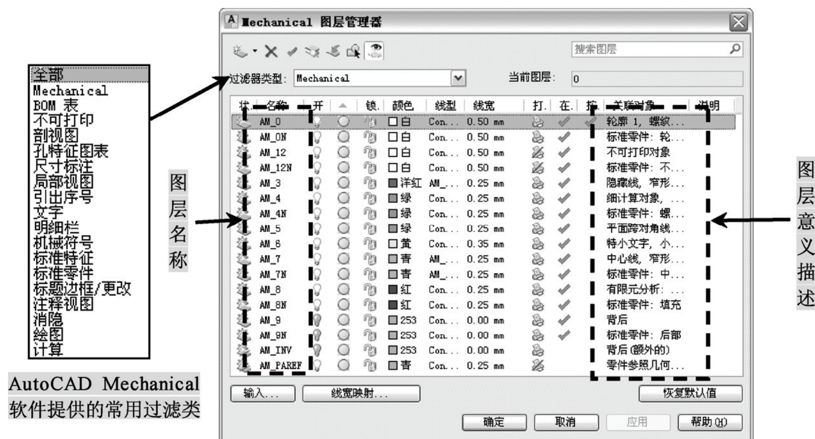


图 6-1 “Mechanical 图层管理器”对话框

- ☑ 检查图层：用户可以选择对象并确定在其上执行绘制操作的图层。可以临时关闭对话框，使用户可以在绘图区域中选择对象。选择了要选中的所有对象后，按〈Enter〉键返回对话框。再次显示对话框时，选定对象所在的图层将亮显。
- ☑ 移动到：暂时隐藏对话框，以使用户可以选择对象并将其移动到在图层列表中选择的图层上。
- ☑ 亮显：暂时隐藏对话框并亮显在图层列表中选择的图层上的对象。
- ☑ 显示/隐藏图层定义：隐藏图层列表中的图层定义。

技巧提示 无法删除的图层 学习笔记



用户在删除图层对象时，有时会遇到无法删除图层的情况，主要有以下几种原因：

1）包含对象的图层；2）已指定给对象的图层定义；3）AutoCAD Mechanical 附带的图层定义（以 AM 开头的默认图层定义）；4）当前图层；5）特殊图层 AM_0；6）特殊图层 DEFPOINTS，该图层包含非关联标注的定义点；7）外部参照从属图层。

单击“线宽映射”按钮 线宽映射... ，将弹出“线宽映射”对话框，如图 6-2 所示。



6.1.2 AutoCAD Mechanical 的基本图层命令

在 AutoCAD Mechanical 中，如果使用“Mechanical 图层”，那么系统自带的图层都用数字标号，用户在使用时不需要立即想到该图层的意义，AutoCAD Mechanical 提供了快速将某些基本图层设置为当前图层的功能。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“基本图层”命令，可以通过以下 3 种方法。

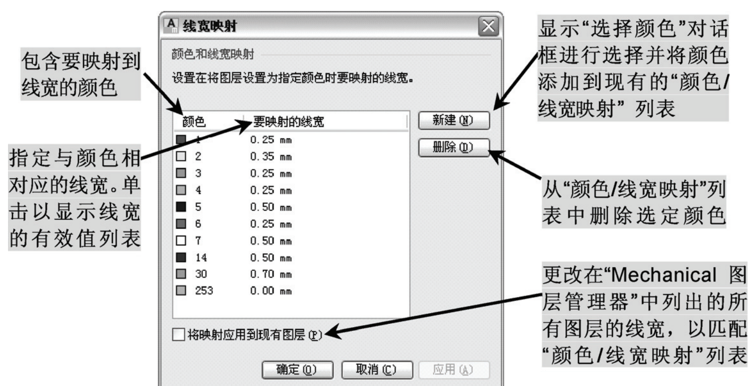


图 6-2 "映射线宽"对话框

☑ 工具栏：在"Mechanical 图层"工具栏上单击"轮廓" 及其下拉菜单按钮。

☑ 工具栏：在"基本图层"工具栏中单击各种图层按钮。

☑ 面　板：在"常用"选项卡的"图层"面板中单击轮廓" 及其下拉菜单按钮。

单击下拉菜单按钮，会出现 AutoCAD Mechanical 的 13 种基本图层，如图 6-3 所示。

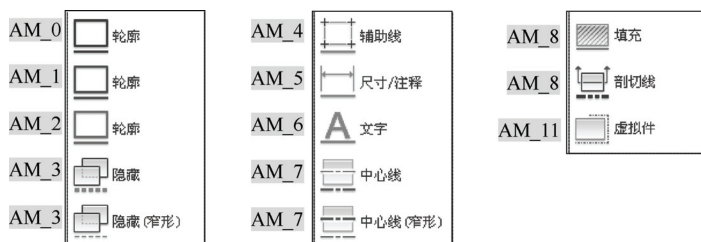


图 6-3 AutoCAD Mechanical 的基本图层



6.1.3 标准零件的开/关

标准零件的开/关是指切换标准零件图层的可见性，标准零件的默认图层是"AM_0N"到"AM_12N"。若要在当前工程图中找到为标准零件预留的图层，可以查看"对象特性设置"对话框(LAYER)。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行"标准零件 开/关"命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 工具栏：在"Mechanical 图层工具"工具栏上单击"标准零件 开/关"按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入"amlayparto"命令。

☑ 面　板：在"常用"选项卡的"图层"面板中，单击"标准零件 开/关"按钮。

执行"标准零件 开/关"命令后，图中插入的标准零件将被隐藏，如图 6-4 所示。



6.1.4 构造线的开/关

构造线的开/关是指冻结或解冻构造线图层。构造线的默认图层是"AM_CL"，若要了解在当前工程图中为构造线保留了哪些图层，可以查看"对象特性设置"对话框（LAYER）。

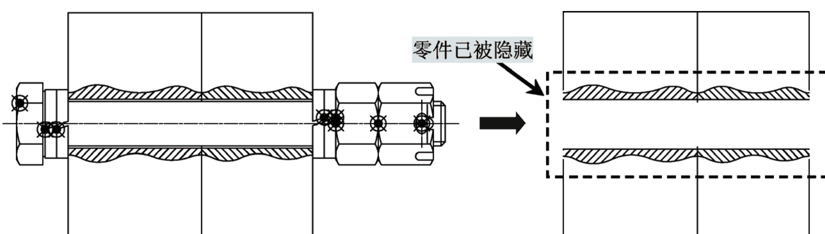


图 6-4　关闭标准零件图层

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“构造线 开/关”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 工具栏：在“Mechanical 图层工具”工具栏上单击“构造线 开/关”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amclineo”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“图层”面板中，单击“构造线 开/关”按钮。

执行“构造线 开/关”命令后，所绘制的构造线将被隐藏。



6.1.5　构造线的锁定/解锁

构造线的锁定/解锁是指锁定或解锁构造线图层。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“构造线 锁定/解锁”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 工具栏：在“Mechanical 图层工具”工具栏上单击“构造线 锁定/解锁”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amclinel”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“图层”面板中，单击“构造线 锁定/解锁”按钮。

执行“构造线 开/关”命令后，所绘制的构造线将被锁定。



6.1.6　零件参照图层的开/关

零件参照图层的开/关是指切换指定给零件参照的图层的可见性。零件参照的默认图层是“AM_PAREF”，若要在当前工程图中找到为零件参照预留的图层，可以查看“对象特性设置”对话框(LAYER)。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“零件参照图层 开/关”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 工具栏：在“Mechanical 图层工具”工具栏上单击“零件参照图层 开/关”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amlaypartrefo”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“图层”面板中，单击“零件参照图层 开/关”按钮。

执行“零件参照图层 开/关”命令后，图中所绘制零件的参照图层将被隐藏，如图 6-5 所示。



6.1.7　标题栏图层的开/关

标题栏图层的开/关是指切换指定给标题栏和图形边框的图层的可见性。标题栏和图形

边框的默认图层是“AM_BOR”，若要在当前工程图中找到为标题栏和图形边框预留的图层，可以查看“对象特性设置”对话框(LAYER)。

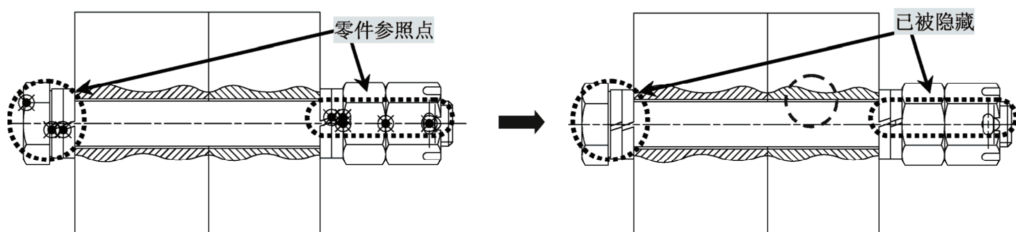


图 6-5　关闭零件参照图层

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“标题栏图层 开/关”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 工具栏：在“Mechanical 图层工具”工具栏上单击“标题栏图层 开/关”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amlaytiblo”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“图层”面板中，单击“标题栏图层 开/关”按钮。

执行“标题栏图层 开/关”命令后，图中绘制标题栏的图层将被隐藏，如图 6-6 所示。

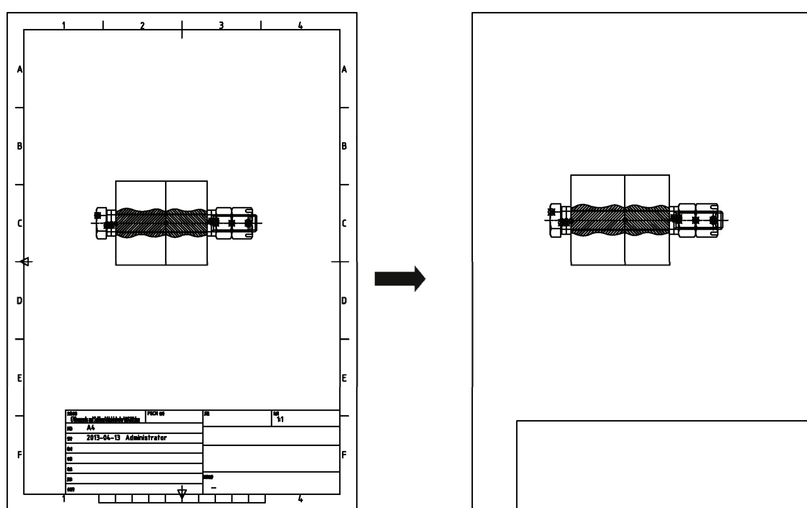


图 6-6　关闭标题栏图层



6.1.8　视口图层的开/关

视口图层的开/关是指切换指定给视口边框的图层的可见性。视口的默认图层是“AM_VIEWS”，若要在当前工程图中找到为视口预留的图层，可以查看“对象特性设置”对话框（layer）。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“视口图层 开/关”命令，用户可以通过以下 3 种方法。

☑ 工具栏：在“Mechanical 图层工具”工具栏上单击“视口图层 开/关”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amlayvpo”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“图层”面板中，单击“视口图层 开/关”按钮。

执行“视口图层 开/关”命令后，图中绘制的视口边框将被隐藏。

技巧提示　视口图层的打印　学习笔记



在图层 AM_VIEWS 上绘制视口，默认情况下，此图层的打印特性设置为关闭。要打印视口，要选择 AMLAYER，并在“图层控制”对话框的“图层控制”选项卡中，选择图层 AM_VIEWS 的打印符号。



6.1.9 隐藏线的开/关

隐藏线的开/关是指切换不可见线的图层的可见性。隐藏线的默认图层是“AM_INV”，若要在当前工程图中找到为隐藏线预留的图层，可以查看“对象特性设置”对话框（LAYER）。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“隐藏线 开/关”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 工具栏：在“Mechanical 图层工具”工具栏上单击“隐藏线 开/关”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amlayinvo”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“图层”面板中，单击“隐藏线 开/关”按钮。

执行“隐藏线 开/关”命令后，图中绘制的隐藏线将被隐藏，如图 6-7 所示。

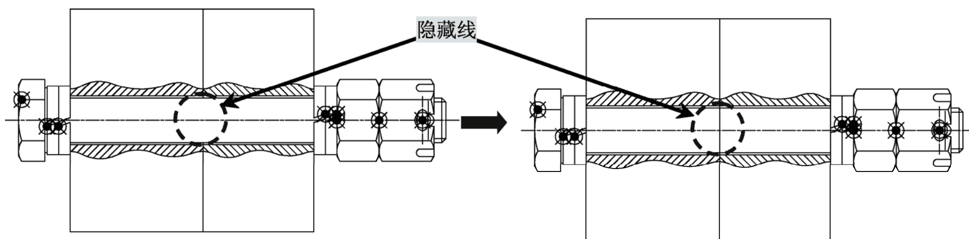


图 6-7　关闭隐藏线图层

技巧提示　隐藏线开/关　学习笔记



隐藏线开/关用于打开/关闭插入零部件的隐藏线，在“隐藏线”处于关闭状态下，如果不用“增强删除”命令删除零部件，则不会删除“隐藏线”。

6.2 AutoCAD Mechanical的捕捉设置

6 掌握

在 AutoCAD 中，捕捉点是系统为了方便用户在绘图时精确地使用图形的某些特定位置

而设置的点，如端点、中点、圆心点等，通过出现不同的标识来提示用户选择所需要的点。



6.2.1 AutoCAD Mechanical 的增强捕捉设置

1．增强捕捉设置的执行方法

增强捕捉提供了比 AutoCAD 对象捕捉更多的捕捉选项。用户可设置过滤器，以便系统忽略图元（例如尺寸），并且不指定他们的捕捉点。AutoCAD Mechanical 通过允许用户最多保存 4 个对象捕捉集而扩展了该功能，并允许用户在命令中的这些集合之间进行切换。启动“增强捕捉设置”命令时，程序将激活保存的对象捕捉设置（称为“增强捕捉”设置）。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“增强捕捉设置”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具 | 绘图设置 | 对象捕捉设置”命令。

☑ 工具栏：在“捕捉”工具栏上单击“增强捕捉配置”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampowersnap”命令。

☑ 面　板：在“常用”选项卡的“使用程序”面板中，单击“增强捕捉设置”按钮。

执行“增强捕捉设置”命令后，将弹出“增强捕捉设置”对话框。相比 AutoCAD，AutoCAD Mechanical 在捕捉设置里面新增了三个捕捉点，“圆弧半径线”、“圆弧切线”和“对称线”，如图 6-8 所示。

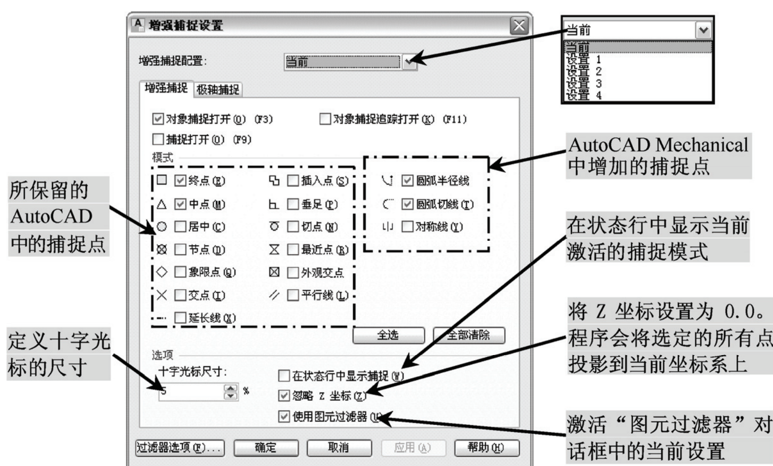


图 6-8 “增强捕捉设置”对话框

2．圆弧半径线

圆弧半径线是指用户捕捉圆弧圆心和该圆弧某一端点所在线上的点。例如，用户要绘制一条直线，起点在圆弧端点到圆心的假想半径上，执行“直线”命令后，移动鼠标到圆弧端点上，当端点标识和圆心标识同时出现时，再移动鼠标向圆心靠近，就会出现一条绿色虚线（假想半径），系统所提示的灰色“×”标识为圆弧半径线捕捉点，如图 6-9 所示。

3．圆弧切线

圆弧切线是指用户捕捉通过圆弧端点且和圆弧相切的假想直线上的点。例如，用户要绘

制一条直线，起点在以圆弧端点作为切点的切线上，执行“直线”命令后，移动鼠标到圆弧端点上，当端点标识和圆心标识同时出现时，再向切线方向移动鼠标，就会出现一条绿色虚线（假想切线），系统所提示的灰色“×”标识为圆弧切线捕捉点，如图 6-10 所示。

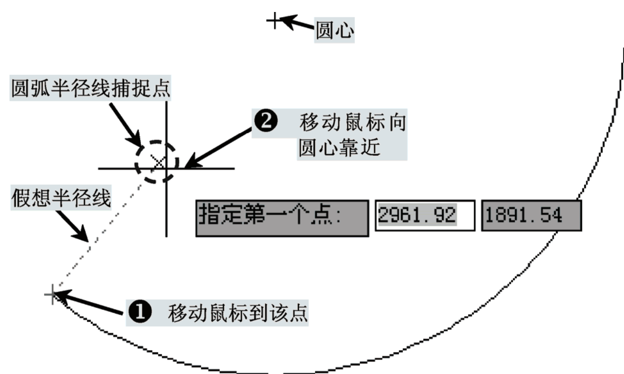


图 6-9 圆弧半径线

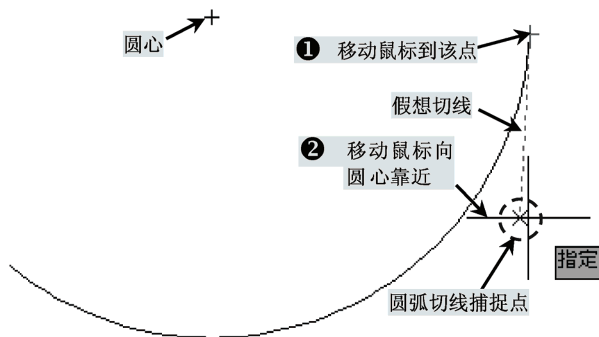


图 6-10 圆弧切线

4．对称线

对称线是指用户捕捉对称于指定直线上的点。例如，用户要绘制一条直线，该直线垂直于已知直线，首先执行“直线”命令，在直线外单击一点为起点，再向直线移动鼠标，在起点的对称方向就会出现一个“ ÷ ”标识，即为对称线捕捉点，如图 6-11 所示。

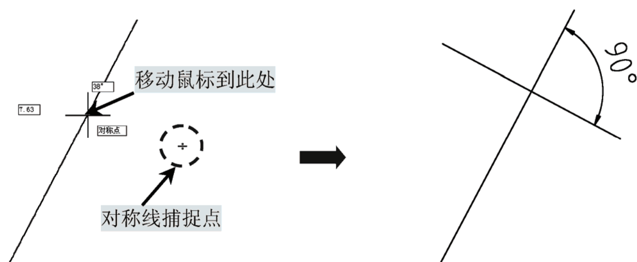


图 6-11 对称线

单击左下方的“过滤器选项”按钮过滤器选项(F)...，将弹出“图元过滤器”对话框。图元

过滤是指可以配置对象捕捉以忽略工程图选定区域中的图元。例如，可以设置附加的过滤条件，使对象捕捉忽略选定块内部的直线。用户如果要使增强捕捉忽略图元，可将图元添加到“增强捕捉”过滤器列表，如图 6-12 所示。

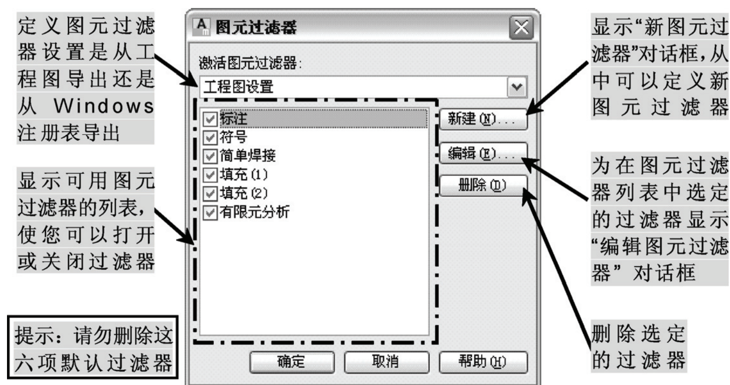


图 6-12 “图元过滤器”对话框

技巧提示　激活图元过滤器　学习笔记



当激活图元过滤器设置为“注册表设置”时，所有工程图的图元过滤器设置是恒定的；当激活图元过滤器设置为“工程图设置”时，每个工程图均可拥有自己的一组图元过滤器。这样便可适应每个工程图文件的特定需求，而不影响其他工程图文件。

5．增强捕捉过滤器

要使增强捕捉忽略图元，请将图元添加到“增强捕捉”过滤器列表。例如用户要使对象捕捉忽略包含在工程图上特定块中的所有直线和文字字符串，则为对象捕捉设置相应的过滤器。

执行“增强捕捉”命令（ampowersnap），单击“过滤器选项”按钮，再单击“新建”按钮，进入“新图元过滤器”对话框，根据图示填入相关数据，单击“确定”按钮确定，如图 6-13 所示。

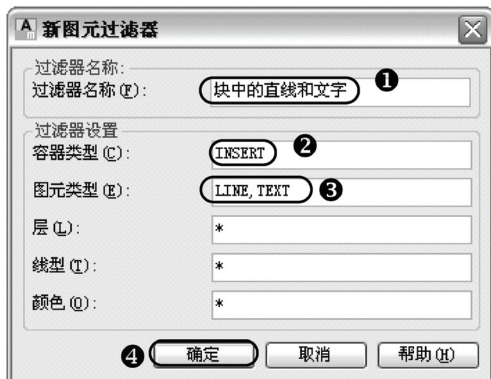


图 6-13 “新图元过滤器”对话框



技巧提示 新图元过滤器中的符号 学习笔记



星号“*”表示包括所有直线，而不考虑是什么图层、线型或颜色。在文本框中，可以输入多个项目，使用逗号分隔这些项目即可。

6.2.2 AutoCAD Mechanical 的虚拟交点

虚拟交点是指用户捕捉到的两条非平行线的外观交点。对象捕捉使用户能够更轻松地选择工程图中的特定点。也可以使用现有点和对象定义虚拟点。例如，也可以使用这些点编辑对象或将对象添加到工程图中。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“虚拟交点”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具 | 绘图设置 | 虚拟交点”命令。

☑ 工具栏：在“捕捉”工具栏上单击“虚拟交点”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampsnapvint”命令。

例如，要绘制一条直线，该直线的终点在已知两条直线的交点上，执行“直线”命令后，选择新绘制的直线起点，再执行“虚拟交点”命令（ampsnapvint），选择已知直线 1，再选择已知直线 2，系统自动捕捉两条已知直线的虚拟交点，从而绘制一条新的直线，如图 6-14 所示。

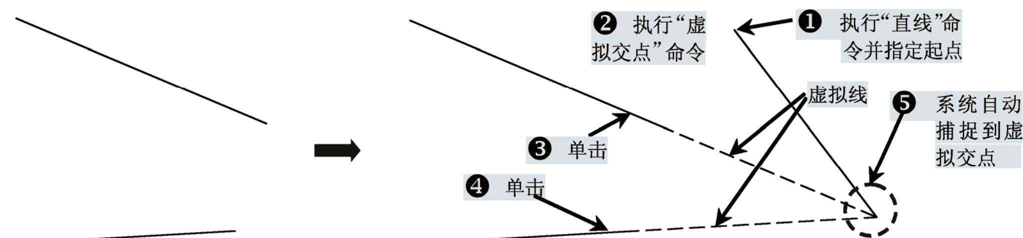


图 6-14 虚拟交点



技巧提示 关于虚拟交点 学习笔记



如果启动此功能，但是没有激活其他命令，那么程序将仅返回虚拟交点的坐标。要在一个图形命令激活的情况下使用这个功能，在工程图中定位点，可以启动图形命令，然后再选择两条直线定义一个虚拟交点。

6.2.3 AutoCAD Mechanical 的相对点

相对点是指调用其他命令时，捕捉到与指定点相对的点。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“相对点”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具｜绘图设置｜相对点”命令。

☑ 工具栏：在“捕捉”工具栏上单击“相对点”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampsnaprel”命令。

例如，要绘制一个等边三角形，执行“直线”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，如图 6-15 所示。

```
命令: l                                    // 执行“直线”命令
LINE
指定第一个点:                              // 指定起点
                                           // 执行“矩形中点”命令
指定角度或 [基点(B)]: <60                  // 执行“相对点”命令，输入角度
距离: 50                                   // 输入边长
(3559.37 2001.85 0.0)
指定角度或 [基点(B)]: <-60                 // 执行“相对点”命令，输入角度
距离: 50                                   // 输入边长
(3584.37 1958.55 0.0)
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]: C          // 选择闭合选项
```

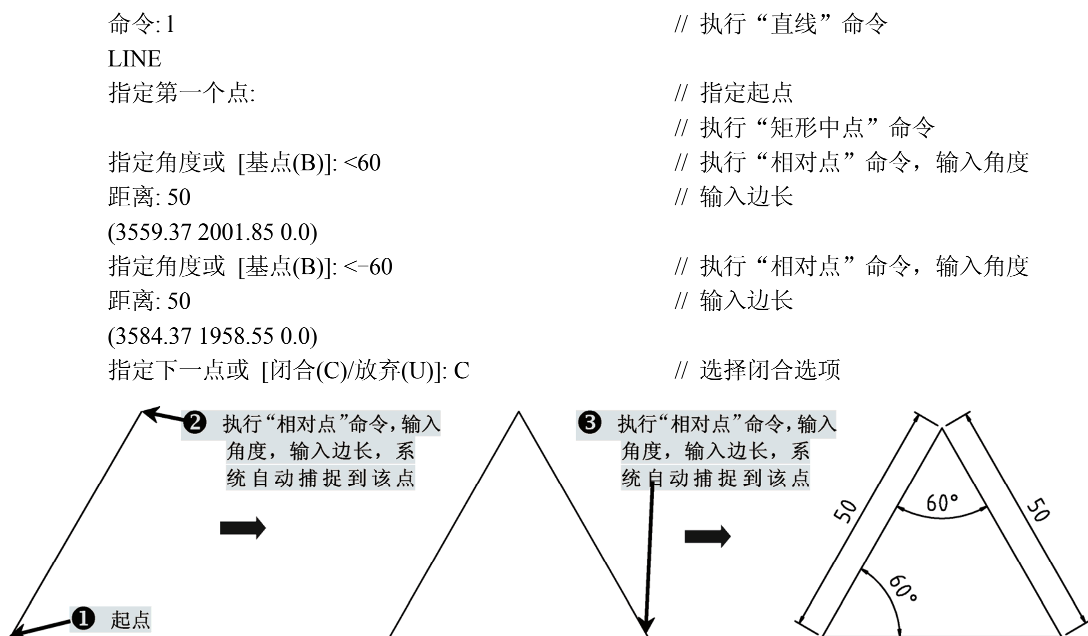


图 6-15　相对点



6.2.4　AutoCAD Mechanical 的矩形中心

矩形中心是指调用其他命令时，捕捉到矩形的中心。用户可在两条直线的垂直平分线间定位交点。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“矩形中心”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具｜绘图设置｜矩形中心”命令。

☑ 工具栏：在“捕捉”工具栏上单击“矩形中心”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampsnapcen”命令。

例如，要绘制一条直线，执行“直线”命令后，指定起点，再执行“矩形中心”命令（ampsnapcen），在命令行中将显示如下提示信息，如图 6-16 所示。

```
命令: _line                                        // 执行“直线”命令
指定第一个点:                                      // 指定起点
指定下一点或 [放弃(U)]:                            // 执行“矩形中心”命令
选择第一条边:                                      // 选择第一条边
选择第二条边:                                      // 选择第二条边
一半或 [拖动(DR)/距离(DI)/联系(R)] <一半(H)>:      // 选择一半选项
```

```
(909.163 134.821 0.0)                          // 系统提示点
指定下一点或 [放弃(U)]:                          // 确定并退出命令
```

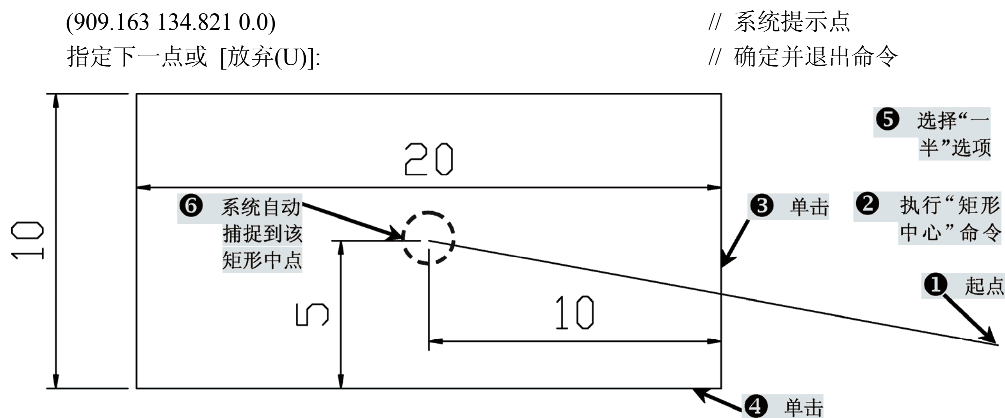


图 6-16 矩形中心

选项讲解

"矩形中点"选项

知识要点

- ☑ 一半（H）：在两条直线的平分线上确定交点。
- ☑ 拖动（DR）：就像辅助线一样显示两条虚线，分别垂直于用户选择的两条直线。交点看起来好像就附着在鼠标光标上。单击选择一点，执行"矩形中心"命令（ampsnapcen），指定两条边，再选择"拖动"选项，如图 6-17 所示。

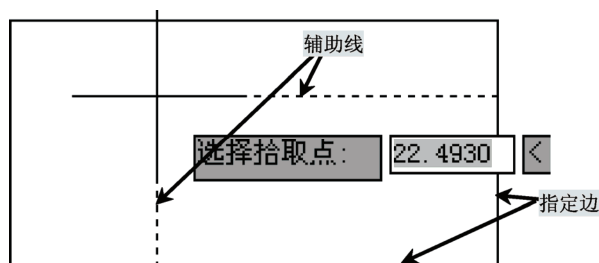


图 6-17 拖动选项

- ☑ 距离（DI）：通过指定距离矩形两条边的长度来确定圆的中心点。例如用户要绘制一个圆，执行"圆"命令后，再执行"矩形中心"命令（ampsnapcen），指定两条边，选择"距离"选项，再输入距两条边的距离，在命令行中将显示如下提示信息，如图 6-18 所示。

```
命令: CIRCLE                                            // 执行"圆"命令
                                                        // 执行"矩形中心"命令
选择第一条边:                                            // 选择第一条边
选择第二条边:                                            // 选择第二条边
一半或 [拖动(DR)/距离(DI)/联系(R)] <一半(H)>: di          // 选择距离选项
距第一条边的距离 <10.0000000000000>: 6                   // 指定第一条边的距离
距第二条边的距离 <5.00000000000000>: 4                   // 指定第二条边的距离
(903.802 139.677 0.0)
```



指定圆的半径或 [直径(D)] <7.2440>: 3　　　　　　　　// 输入圆半径

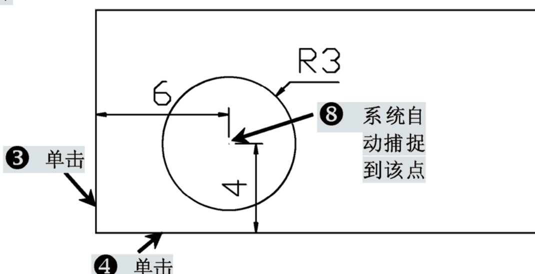


图 6-18　距离选项

☑ 联系（R）：通过指定边长的百分比来确定点的位置。例如用户要绘制一个圆，执行"圆"命令后，再执行"矩形中心"命令（ampsnapcen），指定两条边，选择"练习"选项，再输入两条边的参数，在命令行中将显示如下提示信息，如图 6-19 所示。

命令: c　　　　　　　　// 执行"圆"命令
CIRCLE　　　　　　　　// 执行"矩形中心"命令
选择第一条边:　　　　　　// 选择第一条边
选择第二条边:　　　　　　// 选择第二条边
一半或 [拖动(DR)/距离(DI)/联系(R)] <一半(H)>: r　　// 选择联系选项
相对于第一条边 <0.5>: 0.6　　　　// 输入参数
相对于第二条边 <0.5>: 0.4　　　　// 输入参数
(905.802 139.677 0.0)
指定圆的半径或 [直径(D)] <2.0000>: 2　　// 输入半径

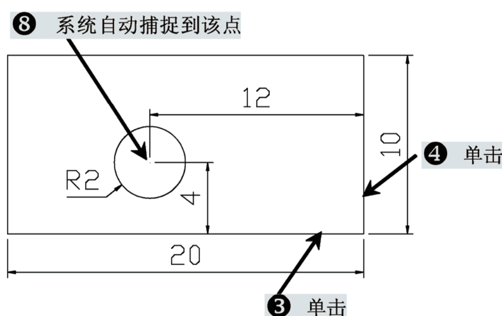


图 6-19　联系选项



6.2.5　AutoCAD Mechanical 的两点间的中点

两点间的中点是指调用其他命令时，捕捉到两个指定点之间线上的点。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行"两点间的中点"命令，用户可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择"工具 | 绘图设置 | 两点间的中点"命令。

☑ 工具栏：在“捕捉”工具栏上单击“两点间的中点”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampsnapmid”命令。

例如，要绘制一个圆，执行“圆”命令后，执行“两点间的中点”命令（ampsnapmid），指定第一个点，再指定第二个点。在命令行中显示如下提示信息。图 6-20 所示为在两点连线的中点画一个圆的作图步骤。

```
命令: c                                         // 执行“圆”命令
CIRCLE
                                                // 执行“两点间中点”命令
第一点:                                         // 选择第一点
第二点:                                         // 选择第二点
直线等分 <0.5>:                                 // 默认等分假想直线
(894.027 127.548 0.0)
指定圆的半径或 [直径(D)] <2.0000>: 1            // 输入半径
```

❶ 执行“圆”命令

❷ 执行“两点间中点”命令

❺ 是否改变等分比率

❻ 输入半径

❹ 单击

R1

❸ 单击

图 6-20　两点间中点

技巧提示　等分线的比率　学习笔记



在默认情况下，该命令会捕捉到两点连线的中点。但是，用户可以通过指定等分线的比率将两点连线的任意点设置为捕捉点。如图 6-21 所示。

❶ 执行圆命令

❷ 执行两点间中点命令

❺ 输入比例 0.2

❻ 输入半径

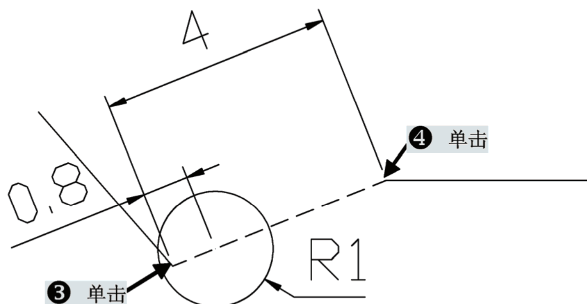


图 6-21　等分线比例



6.2.6　AutoCAD Mechanical 图元过滤器的开/关

“图元过滤器的开/关”命令用于打开/关闭“图元过滤器”。当图元过滤器打开时，

AutoCAD Mechanical 不会将捕捉点指定给标注（一般不需要对象捕捉）等图元。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“图元过滤器 开/关”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具 | 绘图设置 | 图元过滤器 开 | 关”命令。

☑ 工具栏：在“捕捉”工具栏上单击“图元过滤器 开/关”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampsnapfiltero”命令。

执行“图元过滤器 开/关”命令（ampsnapfiltero），在命令行中将显示如下提示信息：

```
命令: AMPSNAPFILTERO                    // 执行“图元过滤器 开/关”
图元过滤 关                              // 系统提示图元过滤器已关闭
```



6.2.7 AutoCAD Mechanical 忽略 Z 坐标的开/关

“忽略 Z 坐标 开/关”命令用于打开/关闭“忽略 Z 坐标”，以确定是否捕捉到 Z 坐标。将 Z 坐标设置为“0.0”。程序会将选定的所有点投影到当前坐标系上。

在 AutoCAD Mechanical 中要执行“忽略 Z 坐标 开/关”命令，可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具 | 绘图设置 | 忽略 Z 坐标 开 | 关”命令。

☑ 工具栏：在“捕捉”工具栏上单击“忽略 Z 坐标 开/关”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampsnapzo”命令。

执行“忽略 Z 坐标 开/关”命令（ampsnapzo），在命令行中将显示如下提示信息：

```
命令: '_ampsnapzo                 // 执行“忽略 Z 坐标 开/关”命令
忽略 Z 坐标 关                     // 系统提示已关闭
```

“图元过滤器 开/关”和“忽略 Z 坐标 开/关”是快捷关闭“工具/绘图设置/增强捕捉设置”对话框中的“使用图元过滤器”和“忽略 Z 坐标”选项。

6.3 插入外部参照和外部参照设置

6 掌握

用户可以将任意图形文件插入到当前图形中作为外部参照。可以将整个图形文件作为参照图形（外部参照）附着到当前图形中。



6.3.1 插入外部参照

插入外部参照后，参照图形中所作的更改将反映在当前图形中。附着的外部参照链接至另一图形，并不真正插入。打开或重新加载参照图形时，当前图形中将显示对该文件所做的所有更改。因此，使用外部参照可以生成图形而不会显著增加图形文件的大小。一个图形文件可以作为外部参照同时附着到多个图形中。反之，也可以将多个图形作为参照图形附着到单个图形中。

要执行“插入外部参照”命令，用户可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具 | 外部参照”命令。

☑ 菜单栏：选择“工具 | 选项板 | 外部参照”命令。

☑ 面　板：在“视图”选项卡的“选项板”面板中，单击“外部参照选项板”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“externalreferences”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“xattach”命令。

执行“外部参照”命令（externalreferences）后，将弹出“外部参照”对话框，如图 6-22 所示。

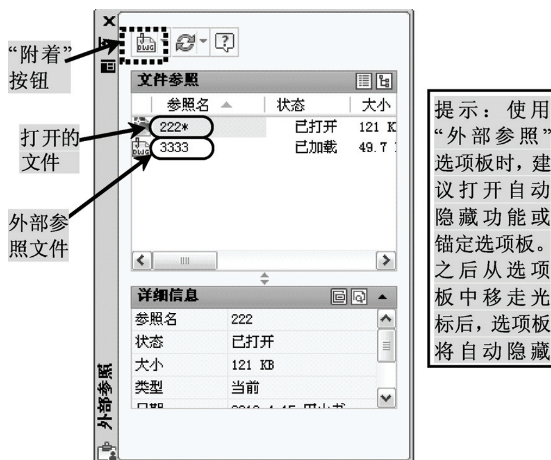


图 6-22　外部参照选项板

外部参照与插入块是两个完全不同的功能。插入“块”功能是已经定义了的“块”作为新建图样的一部分插入到当前文件中，并一起保存到当前文件中。

而外部参照则不同于插入块，它的用途主要体现在以下几个方面。

1）用户在当前文件中可以浏览到其他文件，就相当于在一张半透明的白纸上面工作时可以看到纸的下面还有另外一幅图作为参考，但它与当前的图没有任何关系。

2）通过在图样中参照其他用户的图样协调用户之间的工作，从而及时了解其他设计师所做的更改。用户也可以使用组成图形装配一个主图形，主图形将随工程的开发而被更改。

3）确保显示参照图形的最新版本。打开图形时，将自动重载每个参照图形，从而反映参照图形文件的最新状态。

4）当工程完成并准备归档时，将附着的参照图形和当前图形永久合并（绑定）到一起。

技巧提示　关于外部参照　学习笔记



1）插入的外部参照图形呈灰色状态。

2）请勿在图形中使用参照图形中已存在的图层名、标注样式、文字样式和其他命名元素。

3）与块参照相同，外部参照在当前图形中以单个对象的形式存在。但是，必须首先绑定外部参照才能将其分解。

4）要从图形中彻底删除 DWG 参照（外部参照），需要拆离它们而不是删除。

5）要在复杂图形中找到外部参照，可在“外部参照”选项板中选择项目以亮显图形中的所有可见实例。

用户可以控制外部参照图层的可见性、颜色、线型和其他特性，并使这些更改成为临时或永久设置。如果“visretain”系统变量设置为“0”，则这些修改仅应用于当前的绘图任务。

用户还可以控制外部参照的淡入显示。“xdwgfadectl”系统变量定义所有外部参照的淡入百分比。



6.3.2 外部参照设置

显示“处理外部参照”对话框以便可以指定外部参照图元的显示方式。使用此对话框可以修改现有外部参照的设置。

要执行“外部参照设置”命令，可以通过以下两种方法。

☑ 菜单栏：选择“绘制 | 块 | 外部参照设置”命令。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amxrefset”命令。

执行“外部参照设置”命令（amxrefset），将弹出“处理外部参照”对话框。如图 6-23 所示。



图 6-23 “处理外部参照”对话框

技巧提示 外部参照的隐藏线

学习笔记



默认情况下，程序会将隐藏线绘制为虚线，并将其放置在图层“AM_3”上。如果选择该选项，程序会将这些线放置在图层“AM_3”上，指定它们的颜色为黑色，并将它们绘制为连续的线。因为隐藏线不会被填充功能识别为轮廓边界，因此建议让这些线（如果它们在填充区域中）不可见。

第 7 章

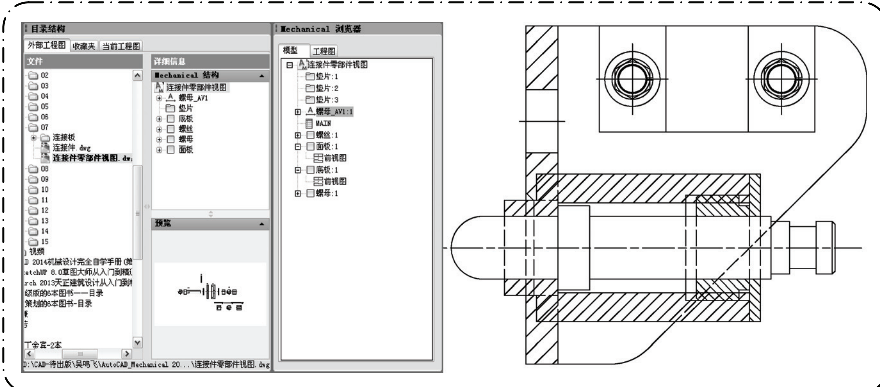
AutoCAD Mechanical 的结构与浏览器

内容摘要

AutoCAD Mechanical 的结构主要是一种将直线、圆弧和圆（几何图形）编组为零件，然后再将零件编组为部件的方式。通过结构来创建机械工程图，从而将一套复杂的工程图化整为零，并进行相关零部件图形的编辑修改，再化零为整进行组装。

通过本章的学习，应对以下命令进行系统了解。

- 掌握 AutoCAD Mechanical 的结构
- 掌握 AutoCAD Mechanical 的浏览器
- 掌握 AutoCAD Mechanical 结构的创建
- 掌握 AutoCAD Mechanical 的设计导航模式
- 掌握 AutoCAD Mechanical 零部件的准备
- 掌握零部件的插入
- 掌握零部件的编辑
- 掌握虚拟件及参照零部件
- 连接板的创建实例



7.1 AutoCAD Mechanical结构的概述

7 掌握

AutoCAD Mechanical 的结构主要是一种将直线、圆弧和圆等几何图形编组为零件，然后再将零件编组为部件的方式。零件和部件统称为零部件。

在 AutoCAD Mechanical 中，将几何图形组织为结构有两种方式，即图层组和图块。

1）图层组：图层组就是将多个层归为一个组，这个组可以在不需要操作时折叠起来，无论组中有多少图层，折叠后只占用一个图层的空间，方便管理图层。假设要为齿轮箱建立轴零部件，可以建立一个名称为“MainGearShaft”的图层组，并将属于该轴的所有几何图形置于该图层组上，然后可将该轴视为单一图元执行相关操作。

2）图块：可以通过几何图形来创建图块，并且可以向其加入零件参照。将零部件插入到工程图中时，系统将插入相应的图块，此时 BOM 表可自动更新。



7.1.1 AutoCAD Mechanical 结构的优点

在 AutoCAD Mechanical 中采用结构工作模式有以下优点。

1）用户可以反复使用零部件，就像使用块一样，定义零部件（零件或子部件）后，用户可以根据需要多次插入该零部件。并且 BOM 表将动态更新。

2）使用目录结构，用户可以探究其他工程图中的零部件，并可以将其作为副本或外部参照快速插入到用户的工程图中。现有工程图中的零部件立即成为可反复使用的零部件。

3）如果用户将零部件作为外部参照插入，则该零部件是关联的。如果在一个工程图中修改了零部件，更改将反映在使用该零部件的所有工程图中。

4）Mechanical 浏览器可以确保任何人都能够轻松地理解工程图的结构。使用 Mechanical 浏览器，用户可以选择整个部件或某个零件的视图。

换句话说，AutoCAD Mechanical 结构可以用来做以下几方面的工作。

1）组织零件、部件、外部文件、标准零件，以及定义的零部件工程图。

2）快速轻松地修改工程图。所有关联的视图和零部件都会因为其中一项修改，而自动更新。

3）保持 BOM 表在最新的准确状态中。

4）利用目录结构重复使用所有的智能文件夹、零部件和视图。

5）快速、准确地运行 2D 结构关联隐藏。



7.1.2 AutoCAD Mechanical 结构的注意事项

虽说 AutoCAD Mechanical 结构有很多的优点，但用户在使用 AutoCAD Mechanical 结构时，应注意以下几个方面。

1）Mechanical 结构块的使用：用户在使用过程中，不要将块结构与 Mechanical 结构混合使用。可将块用作符号和注释来使用，但不能用作零件和视图。

2）Mechanical 结构零件参照的使用：如果用户将包含零件参照的几何图形与 Mechanical 结构混合使用，则可能导致 BOM 表混乱。在将包含零件参照的几何图形添加到 Mechanical 结构零部件视图或文件夹时，要删除零件参照。

3）Mechanical 结构的打开：如果用户在 AutoCAD Mechanical 以外的 AutoCAD 应用程序中打开包含 Mechanical 结构的 DWG 文件，并且打算再次在 AutoCAD Mechanical 中操作该工程图，则不要修改结构化几何图形。

如果已完成的工程图不是使用 Mechanical 结构创建的，建议不要将其作为整体转换到 Mechanical 结构。要利用 Mechanical 结构，建议在启用 Mechanical 结构的情况下绘制所有新的工程图。如果希望反复使用的零件或子部件位于旧工程图中，建议用户使用“WBLOCK”命令对其进行写块，或使用“EXPORT”命令将其输出到其他工程图中，或者使用“COPYCLIP”和“PASTECLIP”命令将零件或子部件复制到已启用 Mechanical 结构的工程图中，随后用户可以将此零件或子部件的几何图形转换成 Mechanical 结构零部件。



7.1.3 AutoCAD Mechanical 结构的空间界面

要在工程图中使用“Mechanical 结构”，必须先启用“Mechanical 结构”。在 AutoCAD Mechanical 的快捷访问工具栏的“工作空间”组合列表框中选择“结构”项，即可切换至“结构”工作空间模式，从而方便快捷地进行结构操作，如图 7-1 所示。

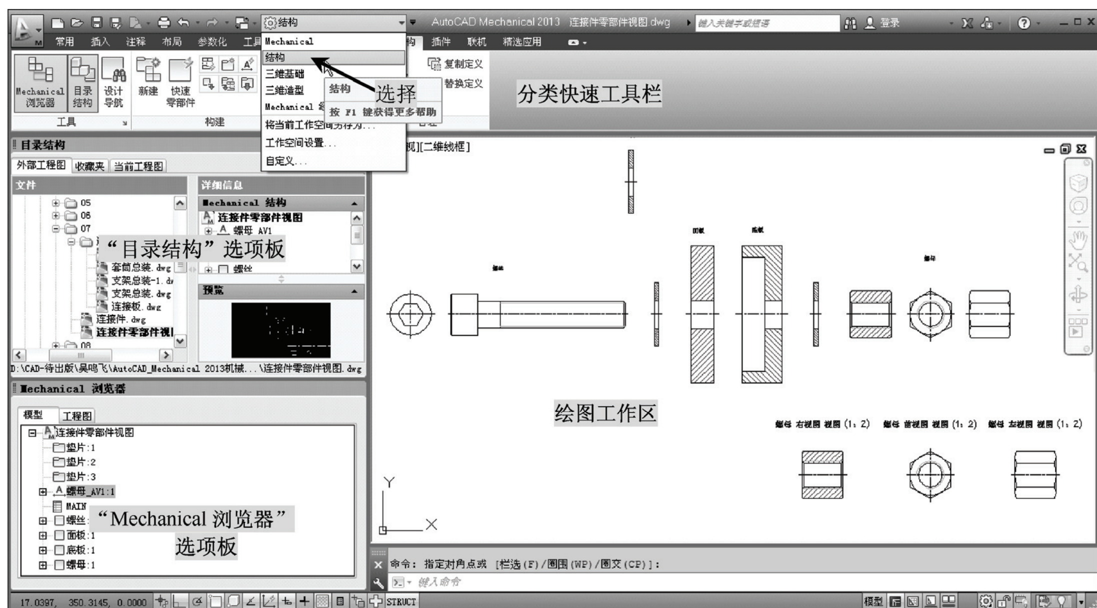


图 7-1 AutoCAD Mechanical 的“结构”空间模式

如果经常使用“Mechanical 结构”，可以将 AutoCAD Mechanical 配置设置为在创建的任何新工程图中自动启用“Mechanical 结构”。输入选项命令“op”，则打开“选项”对话框，在“AM：结构”选项卡中勾选“总是对新工程图启用结构”复选框即可，如图 7-2 所示。



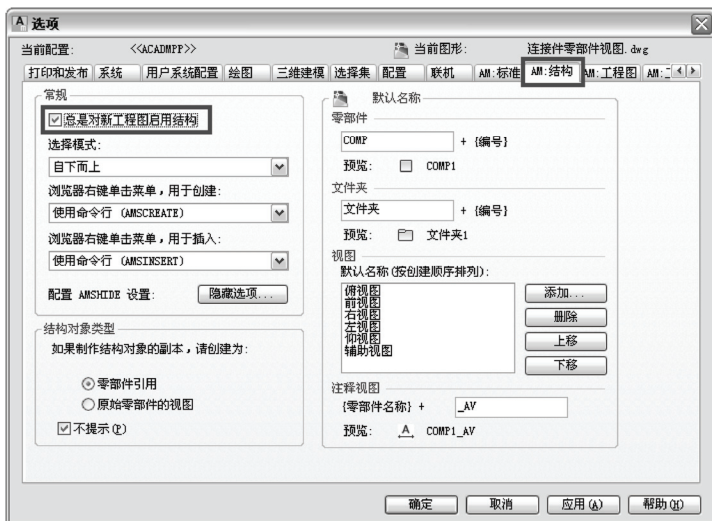


图 7-2　启动 AutoCAD Mechanical 结构



7.1.4　AutoCAD Mechanical 的目录结构

使用目录结构可以管理工程图中 Mechanical 结构对象的定义，也可以用来管理 Mechanical 结构的外部参照操作。

在 AutoCAD Mechanical 中要打开“目录结构”，可以通过以下 3 种方法。

◆ 菜单栏：选择“结构 | 目录结构”命令。

◆ 工具栏：在“结构”工具栏上单击“目录结构”按钮。

◆ 面　板：在“结构”选项卡的“工具”面板中，单击“目录结构”按钮。

执行“目录结构”命令后，将弹出“目录结构”选项板。“目录结构”选项板中有“外部工程图”“收藏夹”和“当前工程图”三个选项卡，如图 7-3～图 7-5 所示。



图 7-3　目录结构选项板

1．外部工程图

“外部工程图”选项卡显示可从计算机进行访问的工程图文件名，并显示 Mechanical 结构定义及适当的预览，如图 7-4 所示。



图 7-4 “外部工程图”选项卡

选项讲解 “外部工程图”选项卡中的选项 知识要点

◆ “文件”选项：显示计算机和网络驱动器（包括“我的电脑”和“我的网络位置”）上的工程图文件和文件夹层次结构。在文件和文件夹上单击鼠标右键，显示可在该单击项上执行的操作菜单。

◆ “详细信息”选项：显示该零件视图的树形文件结构，其中显示了在文件面板中选定文件的结构（零部件、零部件视图、文件夹和注释视图）定义的装配层次。如果所选文件包含外部参照（xref）子部件，则将仅显示子部件，但不会显示子部件下集合的零部件。

◆ “预览”选项：显示在“Mechanical 结构”面板中选择定义的几何图形预览。如果选定的零部件包含多个视图，AutoCAD Mechanical 将最多显示六个视图的预览图。如果没有在“Mechanical 结构”面板中选择任何内容，在“文件”面板中将显示所选工程图的预览。如果选定条目是外部参照零部件或文件夹，将不显示任何预览图。

技巧提示 外部工程图 学习笔记




将零部件视图或文件夹拖动到模型空间中，会根据所拖动的定义插入外部参照零部件视图或文件夹的新引用。如果在拖动时同时按下〈Ctrl〉键，则 AutoCAD Mechanical 会复制零部件视图或文件夹，而不会将其作为外部参照插入。在任意项上单击鼠标右键，显示可在已单击项上执行的操作的菜单。

2．收藏夹

显示已加入“收藏夹”的工程图文件名，并显示 Mechanical 结构定义及适当的预览，如图 7-5 所示。



图 7-5 “收藏夹”选项卡

选项讲解 “收藏夹”选项卡中的选项 知识要点

◆ “文件”选项：显示计算机和网络驱动器（包括“我的电脑”和“我的网络位置”）上的工程图文件和文件夹层次结构。在文件和文件夹上单击鼠标右键，以显示包含可在已单击项上执行的操作的菜单。

◆ “详细信息”选项：该选项与“外部工程图”选项卡中“详细信息”选项的区别是将零部件视图或文件夹拖动到模型空间中，将其作为外部参照零部件视图或文件夹插入。如果在拖动时同时按下〈Ctrl〉键，则 AutoCAD Mechanical 会复制零部件视图或文件夹，而不会将其作为外部参照插入。在任意项上单击鼠标右键可以显示可在已单击项上执行的操作的菜单。

◆ “预览”选项：该选项中的含义与“外部工程图”选项卡中“预览”选项的含义相同。

技巧提示 收藏夹 学习笔记




将零部件视图或文件夹拖动到模型空间中，是将其作为外部参照零部件视图或文件夹插入的。

3．当前工程图

显示树中显示了当前工程图中 Mechanical 结构图元的定义，还会显示当前工程图中所涉及文件的列表，如图 7-6 所示。

选项讲解

“当前工程图”选项卡中的选项

知识要点

- ◆ “文件参照”选项：显示源文件，其中包含作为外部参照插入到当前工程图中的零部件或文件夹的定义。
- ◆ “Mechanical 结构”选项：显示包含图标的树视图，其中显示当前已打开的工程图中所包含的 Mechanical 结构图元（包括外部参照零部件和文件夹）定义的装配层次。将零部件视图或文件夹拖动到模型空间中，根据拖动的定义创建并插入新引用。在任意项上单击鼠标右键以显示可在已单击项上执行的操作的菜单。
- ◆ “预览”选项：该选项中的含义与“外部工程图”选项卡中的“预览”选项中的含义相同。



图 7-6 “当前工程图”选项卡

技巧提示

当前工程图

学习笔记




将零部件视图或文件夹拖动到模型空间中，根据拖动的定义创建并插入新引用。在任意项上单击鼠标右键，以显示可在已单击项上执行的操作的菜单。

在“当前工程图”选项卡中，“文件参照”栏下可能会存在以下几种状态。

- ◆ 已加载：已附着到工程图。
- ◆ 已卸载，或标记为在“结构目录”关闭后就从工程图中卸载。
- ◆ 需要重载：文件加载后已发生更改。
- ◆ 未引用：当前工程图中不存在来自该文件的零部件或文件夹，可以安全拆离。
- ◆ 未找到：不再存在于有效搜索路径中。
- ◆ 未解决：AutoCAD Mechanical 无法读取。

◆ 独立：装入到另一未解决的外部参照。

7.2 AutoCAD Mechanical的浏览器

7 掌握

在二维环境中将几何图形组织成零部件需要特殊的要求，而“Mechanical 结构”可以满足这些要求，它提供了一种将几何图形编组为零部件视图的机制。在“Mechanical 浏览器”树中，零部件视图将被直接装入零部件节点，每个零部件都包含一个或多个零部件视图。

在 AutoCAD Mechanical 中要打开“Mechanical 浏览器”，可以通过以下 3 种方法。

◆ 菜单栏：选择“结构 | Mechanical 浏览器”命令。

◆ 工具栏：在“结构”工具栏上单击“Mechanical 浏览器”按钮。

◆ 面　板：在“结构”选项卡的“工具”面板中，单击“Mechanical 浏览器”按钮。

打开“Mechanical 浏览器”后，用户可以进行如下操作。

☑ 通过拖放边缘调整“Mechanical 浏览器”的大小。

☑ 将“Mechanical 浏览器”（通过左侧边或右侧边）拖放在应用程序窗口的右侧或左侧固定区域，直到其捕捉到固定位置，由此可以固定“Mechanical 浏览器”。也可以通过双击其标题栏固定“Mechanical 浏览器”。

☑ 通过在两个选项卡上拖放区域以使其远离固定区域，可以取消固定“Mechanical 浏览器”。

☑ 使用快捷菜单中的“靠右固定”或“靠左固定”将“Mechanical 浏览器”固定在一侧（在“Mechanical 浏览器”浮动时）。当光标在固定的“Mechanical 浏览器”窗口上移动时，此窗口将在打开和关闭之间转换。“Mechanical 浏览器”窗口处于打开状态时，其内容会覆盖绘图区域，因此不能将其设置为开状态。

☑ 使用自动隐藏需要右键单击菜单选项（在“Mechanical 浏览器”浮动时）收拢“Mechanical 浏览器”的主体。当光标在收拢的“Mechanical 浏览器”窗口上移动时，此窗口将在打开和关闭之间转换。

☑ 使用浏览器选项可以选择要显示在“Mechanical 浏览器”中的条目。

执行“Mechanical 浏览器”命令后，在命令行中将显示如下提示信息，打开后的“Mechanical 浏览器”如图 7-7 所示。

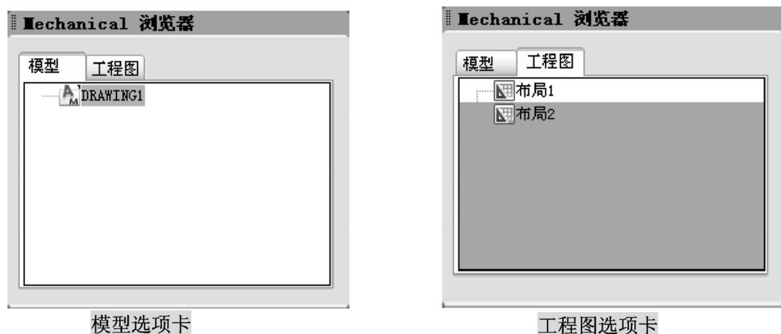


图 7-7　Mechanical 浏览器

```
命令: _am_mechanical_browser                          // 执行“Mechanical”浏览器命令
Mechanical 浏览器？ [开(ON)/关(OF)] <开(ON)>: ON   // 选择“打开”选项
```

将鼠标指针放在“Mechanical 浏览器”中空白处单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选择“浏览器选项”命令，将弹出“浏览器选项”对话框，用户可以勾选自己需要的选项，如图 7-8 所示。



图 7-8 “浏览器选项”对话框

将鼠标指针放在“Mechanical 浏览器”中空白处单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选择“创建 BOM 表”命令，将弹出“BOM 表”对话框，用户可以进行“BOM 表”相关设置，如图 7-9 所示。



图 7-9 “BOM 表”对话框

在“BOM 表”对话框中，单击左下侧的“设置”按钮，将弹出“BOM 表设置（ISO）”对话框，用户可以进行相关设置，如图 7-10 所示。

专业知识

BOM 表

学习笔记



产品工程设计管理中使用的数据结构，通常能够精确地描述产品的设计指标和零件与零件之间的设计关系。对应文件形式主要有产品明细栏、图样目录、材料定额明细栏、产品各种分类明细栏等等。



图 7-10 “BOM 表设置(ISO)”对话框

在“Mechanical 浏览器”中，工具提示显示标准零件的详细信息，每个标准零件都具有唯一的图标，如表 7-1 所示。

表 7-1 浏览器中各图标的含义

图　标	含　义
	标准零件
（蓝）	无图标准零件（已成为无图部件的标准零件）
	标记为参照零部件的标准零件
	外部参照标准零件
	已标记为参照零部件的外部参照标准零件
（绿）	标准零件定义，尚未为其创建引用。这些图标仅在“目录结构”中可见
（绿）	外部参照标准零件定义，尚未为其创建引用。仅在打开“目录结构”中的“显示未引用的外部参照定义”快捷菜单选项时，这些图标才可见
	注释视图
	隐藏位置集（已收拢）
	隐藏位置集（已展开）
	隐藏位置
	文件夹
	部件
	零件
	零部件视图
	标记为参照零部件的零件
	标记为参照零部件的部件
	虚拟部件
（蓝）	无图零件（成为无图部件的零件）

续表

图　标	含　义
（蓝）	无图部件（成为无图部件的部件）
	外部参照注释视图
	外部参照文件夹
	外部参照部件
	外部参照零件
	外部参照零部件视图
	标记为参照零部件的外部参照零件
	标记为参照零部件的外部参照部件
	未解决的外部参照零件、标准零件或部件
	已标记参照零部件的未解决的外部参照零件或部件
（绿）	注释视图定义，尚未为其创建引用
（绿）	文件夹定义，尚未为其创建引用
（绿）	部件定义，尚未为其创建引用
（绿）	零件定义，尚未为其创建引用
（绿）	零部件视图定义，尚未为其创建引用
（绿）	外部参照注释视图定义，尚未为其创建引用
（绿）	外部参照文件夹定义，尚未为其创建引用
（绿）	外部参照部件定义，尚未为其创建引用
（绿）	外部参照零件定义，尚未为其创建引用
（绿）	外部参照零部件视图定义，尚未为其创建引用

7.3 AutoCAD Mechanical结构的创建

7 掌握

在 AutoCAD Mechanical 中要创建其结构，可通过以下方法打开“新建”对话框创建结构，如图 7-11 所示。

- 菜单栏：选择“结构 | 结构”命令。
- 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsnew”命令。
- 面　板：在“结构”选项卡的“构建”面板中单击“新建”按钮。

在使用对话框创建新的零部件、零部件视图、文件夹和注释视图时，可以通过选择对象、指定基点以及指定名称来创建零部件、零部件视图和文件夹定义。可以基于现有零部件定义生成定义来创建注释视图，也可以使用该命令将零部件结构对象（使用现有定义）插入工程图。

技巧提示　加载空间后的工具栏

学习笔记





加载工作空间时，用户所熟悉的某些工具栏可能不再显示。要继续显示这些工具栏，可修改此工作空间以显示所需的工具栏。



图 7-11 “新建”对话框

在 AutoCAD_Mechanical 2013 软件中，可以使用“AMSCREATE”命令或“AMSNEW”命令来创建零部件、零部件视图、文件夹和注释视图。它们的区别是“AMSCREATE”命令是通过命令行和浏览器快捷键创建结构元素的，而“AMSNEW”命令则是使用对话框来创建结构元素的。

1.“零部件/视图”选项卡

选项讲解 “零部件/视图”选项卡 知识要点

◆ 零部件：定义要将新零部件嵌套于其下的部件。要将零部件直接放置在根级别下，则选择工程图的名称。

◆ 视图：定义要将新零部件视图嵌套于其下的部件的零部件视图。要将零部件放置在根级别上，则选择工程图名称。

◆ 选择按钮：隐藏对话框，以便用户可从模型空间中选择视图。此选项适用于工程图中多次出现零部件选定引用的情况。

◆ 新零部件名称/选择零部件：启用用于插入现有零部件的新引用的选项。从可用零部件列表中设置要作为新引用插入的零部件。

◆ 修改现有零部件的引用/选择零部件：启用用于向零部件的现有引用添加视图的选项。视图可以是用户当前创建的新视图或是要插入工程图的现有零部件视图的新引用。从零部件的可用引用列表中设置将要添加视图的引用。

◆ 创建新视图：启用用于创建新零部件视图的选项。提供空间供用户指定要创建的新零部件视图的名称。

◆ 插入现有视图：启用插入已定义零部件的新引用。从有效视图列表中设置要插入的视图。

◆ 拾取点（基点选项中）：隐藏对话框，以便用户从模型空间中选择视图。

◆ 选择对象：隐藏对话框，以便用户从模型空间中为零部件视图拾取对象。要拾取基本几何图形，则连续单击该几何图形，直到工具提示中显示该几何图形的名称。如果要拾取其他零部件视图或文件夹，则连续单击属于该零部件视图或文件夹的对象，直到工具提示中显示该零部件视图或文件夹的名称。

2．"注释视图"选项卡

"新建"对话框下面的"注释视图"选项卡如图 7-12 所示。



图 7-12 "注释视图"选项卡

选项讲解 "注释视图"选项卡 知识要点

◆ 创建注释视图：从可用零部件列表中选择要为其创建注释视图的零部件。

◆ 注释视图名称：提供空间供用户定义新注释视图的名称。

◆ 添加现有注释视图的新引用：启用用于创建已创建的注释视图的新引用的选项。选择要创建新引用的注释视图。

◆ 将其他视图插入到：启用用于插入现有注释视图的其余视图的选项。从尚未创建的注释视图的列表中选择注释视图。
◆ 选择按钮：隐藏对话框，以便用户从模型空间中选择视图。此选项适用于工程图中多次出现零部件选定引用的情况。
◆ 布局：在布局（图纸空间）中放置注释视图。选择要放置注释视图的布局。
◆ 图纸尺寸：设置图纸尺寸，从而使系统建议合适的比例。此处设置的图纸尺寸仅用于比例计算。并不是实际的图纸尺寸。例如，如果图纸尺寸为 A3，要在图纸中放置两个注释视图，则可以将图纸尺寸设置为 A4（因为 A4 的尺寸是 A3 的一半），并使 AutoCAD Mechanical 建议合适的比例。
◆ 视图比例：设置用于注释视图的比例。推荐的用于给定图纸尺寸的比例是通过将“已计算”附加到所推荐比例的末尾来指示的。
◆ 拾取点（基点选项中）：隐藏对话框，以便用户从模型空间中选择视图。
◆ 为所有子视图创建标签：自动为注释视图的视图加标签。将标签放置在工程图区域中后，可通过双击这些标签来编辑它们。用户可在“注释视图设置”对话框（“OPTIONS”命令→“AM:标准”选项卡→从标准元素列表中双击“注释视图”）中自定义默认标签。

3.“文件夹”选项卡

“新建”对话框下面的“文件夹”选项卡如图 7-13 所示。



图 7-13 “文件夹”选项卡

选项讲解 “文件夹”选项卡 知识要点

◆ 零部件：定义要将文件夹嵌套于其下的零部件。要将文件夹直接放置在根级别下，则选择工程图的名称。
◆ 视图：定义要将新文件夹嵌套于其下的零部件视图。要将零部件放置在根级别上，则选择工程图名称。
◆ 文件夹/注释视图：指定新文件夹应嵌套在现有文件夹之下还是现有注释视图之下，并显示可用作父项的文件夹和注释视图列表。
◆ 选择按钮：隐藏对话框，以便用户从模型空间中选择视图。此选项适用于工程图中多次出现零部件的选定引用的情况。
◆ 创建新文件夹：启用用于创建新文件夹的选项，并提供用于指定文件夹名称的空间。
◆ 插入现有文件夹：启用从有效文件夹列表中选择要插入文件夹的功能。
◆ 拾取点（基点选项中）：隐藏对话框，以便用户从模型空间中选择视图。
◆ 选择对象：隐藏对话框，以便用户从模型空间中拾取文件夹的对象。要拾取基本几何图形，则连续单击该几何图形，直到工具提示中显示其名称。如果要拾取其他文件夹，则连续单击属于该文件夹的对象，直到工具提示中显示文件夹名称。

7.4 AutoCAD Mechanical的设计导航模式

7 掌握

如果启用“设计导航”模式，当在模型空间中移动光标时，光标所滑过的每个零部件均会亮显（在“模型空间”中和“Mechanical 浏览器”中），并且工具提示会显示该零部件的装配层次。

在 AutoCAD Mechanical 中要打开“设计导航”模式，可以通过以下 3 种方法。

◆ 菜单栏：选择“结构 | 设计导航模式”命令。
◆ 工具栏：在“结构”工具栏上单击“设计导航”按钮。
◆ 面　板：在“结构”选项卡的“工具”面板中，单击“设计导航”按钮。

启用“设计导航”模式后，该模式将一直处于启用状态直至用户将其关闭。如果在退出 AutoCAD Mechanical 时，“设计导航”模式处于启用状态，则下次用户启动 AutoCAD Mechanical 时，默认情况下仍将启用“设计导航”模式。

技巧提示 设计导航模式的系统变量 学习笔记




要使“设计导航模式”正常工作，必须将 AutoCAD 系统变量“SELECTIONPREVIEW”设置为“1”或“3”，此变量的默认值为“3”。

模型空间中的亮显样式由 AutoCAD 系统变量“PREVIEWEFFECT”控制。如果将“PREVIEWEFFECT”设置为“0”，亮显样式将设置为虚线。如果将“PREVIEWEFFECT”设置为“2”或“3”，亮显样式将设置为粗线。

对于“AutoCAD Mechanical 结构”的选择模式有 2 种，即“自下而上”和“自上而下”，用户可以通过选择状态栏的“自下而上”和“自上而下”模式进行切换，如图 7-14 所示。



图 7-14 选择模式的切换

另外，用户也可以执行“选项”命令（OP），在“选项”对话框的“AM：结构”选项卡中来设置当前的选择模式，如图 7-15 所示。

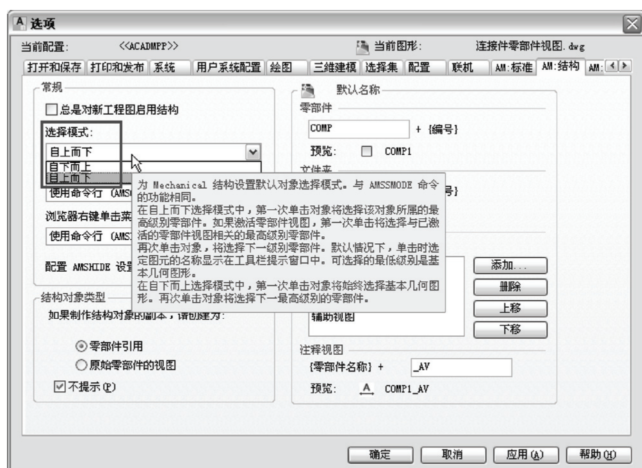


图 7-15 设置选择模式

启用“设计导航”模式后，如果选择模式设置为“自下而上”，那么当鼠标移动到几何图形之上时，将亮显几何图形所属的零件。如果选择模式设置为“自上而下”，将亮显几何图形所属的最高级别部件，工具提示将以树的形状显示几何图形所属零部件的装配层次结构。将光标移动到加号（+）之上时，将展开树的分支；每个级别展开时，将在模型空间和 Mechanical 浏览器中亮显零部件，可以单击工具提示中树的节点，以选择零部件并使用快捷菜单对其执行操作，如图 7-16 所示。

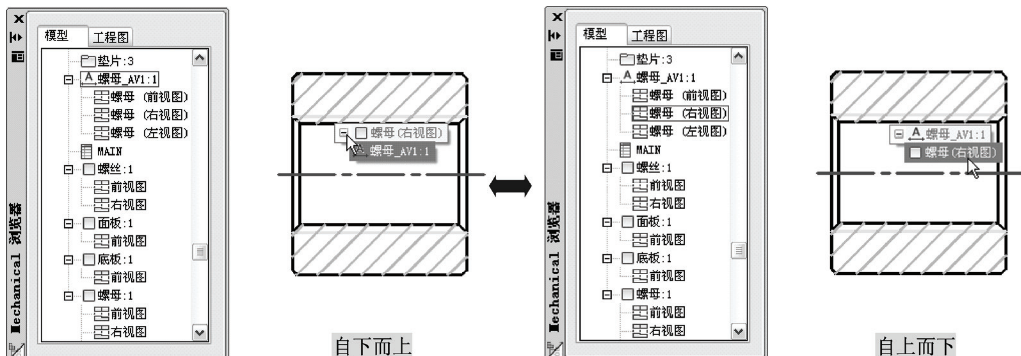


图 7-16 “自下而上”与“自上而下”

可以通过按〈Ctrl〉键或单击滚轮按钮（仅适用于滚轮鼠标）使工具提示半透明。

7.5 AutoCAD Mechanical零部件的准备

7 掌握

在 AutoCAD Mechanical 结构中，一个零部件就是一个零件定义。而零件定义包含诸如说明、材零件名称和数量等属性或数据库。



7.5.1 零件命令的执行方法

在 AutoCAD Mechanical 软件中，“结构”命令是通过对话框的形式来创建相关的零部件结构，而“零件”则是通过命令行的方式来创建相关零件的，包括“零部件”“零部件视图”“文件夹”和“注释视图”四个子命令。

要执行零件命令，可以通过以下方法。

◆ 菜单栏：选择“结构 | 创建”菜单，在其下选择相应的子菜单，如图 7-17 所示。

◆ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amscreate”命令，然后根据如下命令行提示信息，选择相应的选项即可。

```
命令: _AMSCREATE
指定要创建的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)] <零部件(C)>:
```

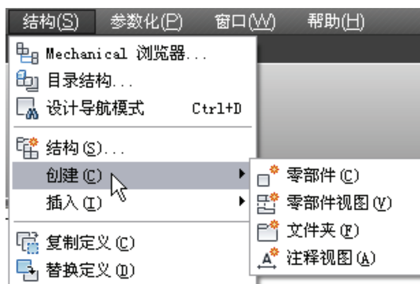


图 7-17 零部件的四个子命令



7.5.2 创建零部件

选择创建新零部件时，用户实际上创建的是新零部件的第一个视图。在提示用户选择零部件视图的几何图形之前，AutoCAD Mechanical 将先向用户提示关于此零部件的信息。使用此信息来更新 BOM 表，并在 Mechanical 浏览器上创建零部件节点。零部件下面必须有视图。

需要注意的是，标准零件视图、标准特征、轴用零件视图、注释视图中的零部件视图和局部视图中的零部件视图是无效的父级零部件选择。

选择“结构 | 创建 | 零部件”菜单命令，在命令行中将显示如下信息，其操作步骤如图 7-18 所示。

```
命令: _AMSCREATE                                         // 执行“创建零部件”命令
指定要创建的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)] <零部件(C)>: _Component
输入新零部件的名称 <COMP1>: 新零部件                        // 输入新零部件名称
输入新视图的名称 <俯视图>: 俯视图                           // 输入新视图名称
激活 = 模型空间
选择父零部件和视图 或 [模型空间(M)/激活(A)] <激活(A)>: M // 选择模型空间选项
```

为新的零部件视图选择对象：找到 1 个　　　　// 选择用于创建视图的对象
为新的零部件视图选择对象:
指定基点:　　　　// 指定基点

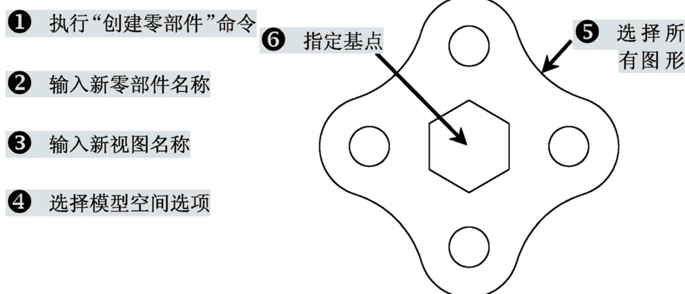


图 7-18　创建零部件

技巧提示　零部件图形的关联性　学习笔记




如果创建一个零部件图形后，将这个图形进行复制操作，然后对其中一个图形进行操作，那么其他的图形也会跟着一起变化。



7.5.3　创建视图

使用“创建视图”选项为已创建好的零部件添加相关的视图。在选择向其中添加新视图的零部件之前，工程图中必须包含零部件定义。

选择“结构 | 创建 | 零部件视图”菜单命令，在命令行中将显示如下信息，其操作步骤如图 7-19 所示。

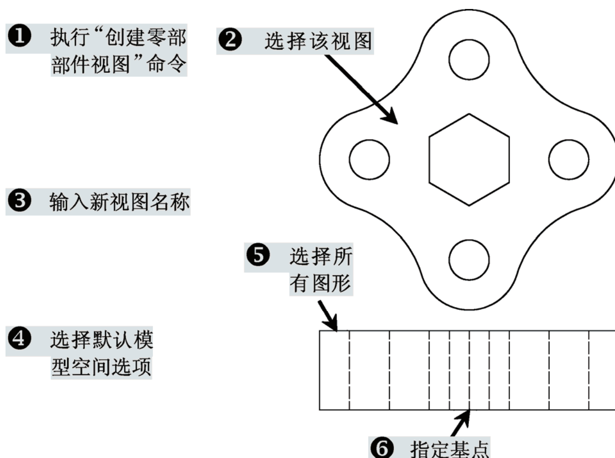


图 7-19　创建零部件视图

命令: _AMSCREATE // 执行“零部件视图”命令
指定要创建的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)] <零部件(C)>: _View
激活 = 模型空间
选择要查看的零部件引用或 [激活(A)]: // 选择已创建好的零部件相关视图
输入新视图的名称 <前视图>: 前视图 // 输入新视图名称
指定父视图 或 [?] <模型空间(M)>: // 确定（默认模型空间）
为新的零部件视图选择对象: 找到 1 个 // 选择用于创建视图的对象
为新的零部件视图选择对象:
指定基点: // 指定基点



7.5.4 创建文件夹

文件夹类似于块，它包含可以多次引用的定义，与块一样，定义将存储在工程图的非图形区域中。并且对文件夹定义所做的任何更改都将反映在该文件夹的所有引用中。尽管文件夹类似于块，但有一些重要区别。第一个并且可能是最重要的区别是文件夹的内容始终可编辑，而无需使用类似于“REFEDIT”的特殊编辑模式。第二个区别是文件夹的所有引用均显示在“Mechanical 浏览器”中。可以在“Mechanical 浏览器”中的文件夹图标上单击鼠标右键，然后执行操作，例如缩放它的几何图形或应用可见性增强功能。选择零部件在插入局部详图之前，工程图中必须包含零部件定义。

选择“结构 | 创建 | 文件夹”菜单命令，在命令行中将显示如下信息，操作步骤如图 7-20 所示。

命令: _AMSCREATE // 执行“文件夹”命令
指定要创建的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)] <零部件(C)>: _Folder
输入文件夹名称 <文件夹 1>: 文件夹 // 输入文件夹名称
激活 = 模型空间
选择父或 [激活(A)/模型空间(M)] <激活>:M // 选择“模型空间”选项
为新文件夹选择对象: 找到 1 个 // 选择用于创建文件夹的对象
为新文件夹选择对象:
指定基点: // 指定基点

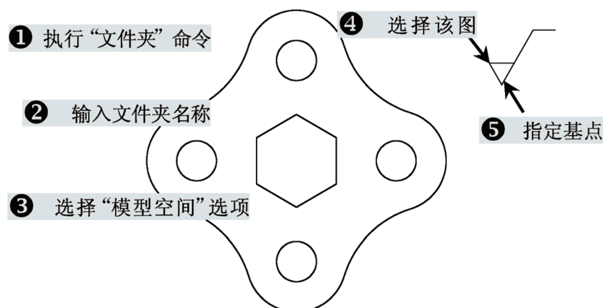


图 7-20 创建文件夹

技巧提示　源文件夹和插入的文件夹之间的关系

学习笔记



只要把图形放进文件夹，无论对哪一个文件夹里面的图形进行操作，例如镜像、整列等，这些文件夹里面的图形都会关联性改变，即，操作一个文件夹图形，其他的文件夹图形也会发生改变。

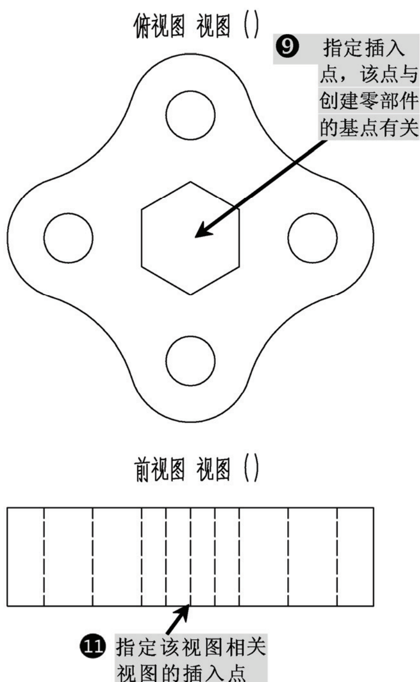


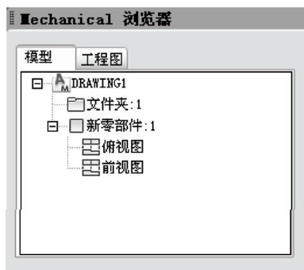
7.5.5　创建注释视图

使用“注释视图”选项创建新的注释视图，用于对零部件进行注释（或添加详细信息）。

创建注释视图名称和基点后，可以开始插入零部件视图。使用“amsnew”命令向注释视图中插入零部件视图与将视图插入注释视图相同。

选择“结构｜创建｜注释视图”菜单命令，在命令行中将显示如下信息，其操作步骤如图 7-21 所示。





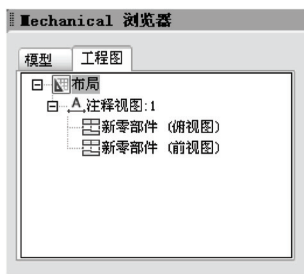


图 7-21　创建注释视图

命令: _ams_create_annotation_view　　　　// 执行“注释视图”命令

输入零部件的名称以注释或 [?] <?>: 新零部件　　　　// 输入要添加注释视图的零部件名称

输入注释视图的名称 <新零部件_AV1>: 新零部件注释视图

　　　　// 输入注释视图名称

选择放置位置 [模型空间(M)/现有布局(L)/新布局(N)] <现有布局(L)>: N

// 选择放置位置
输入新布局名称 <布局 3>: 布局 // 输入新布局名称
输入比例或 [计算(C)] <1000:1>: 1:1 // 输入比例
---切换到图纸空间---
正在重生成布局。 // 系统自动切换到图纸空间并生成布局
为所有子视图创建标签 [是(Y)/否(N)] <否(N)>: Y // 为所有子视图创建标签
指定基点: // 指定基点
指定插入点或 [更改基点(B)/旋转 90(R)/选择下一个视图(V)/完成(D)] <完成(D)>:
// 指定插入点
指定旋转角 <0>: 0 // 输入旋转角
指定插入点或 [更改基点(B)/旋转 90(R)/选择下一个视图(V)/完成(D)] <完成(D)>:
// 指定该视图的相关视图的插入点
指定旋转角 <0>: 0 // 输入旋转角
指定插入点或 [更改基点(B)/旋转 90(R)/选择下一个视图(V)/完成(D)] <完成(D)>: D
// 完成

“零部件”“零部件视图”“文件夹”和“注释视图”在“Mechanical 浏览器”中的图标如图 7-22 所示。

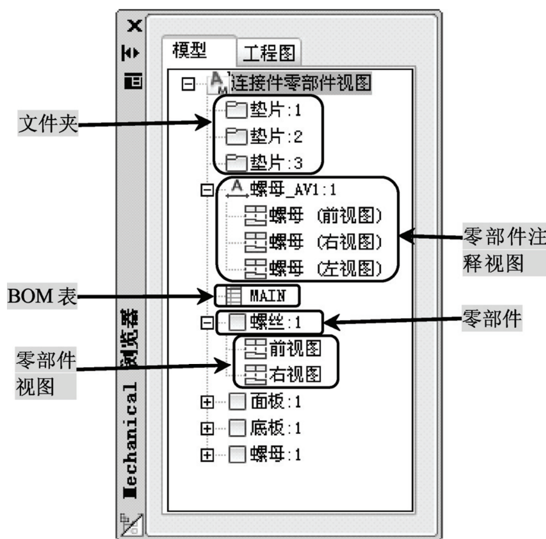


图 7-22 Mechanical 浏览器的图标

注意事项

关于零部件的注意事项

知识要点

- 默认零部件视图名称是在“选项”对话框的“AM:结构”选项卡中设置的。
- 如果需要将新零部件重新构造为现有部件的零件，可在 Mechanical 浏览器中将新创建的零部件视图节点拖放到要在其下嵌套该节点部件的相应零部件视图
- 对于部件，标准零件视图、标准特征、轴零部件视图、注释视图中的零部件视图以



及局部详图（AMDETAIL）视图中的零部件视图均是无效选择。

7.6 零部件的插入

7 掌握

在工程图中，定义了零部件视图或文件夹后，可以在工程图中插入定义的引用（类似于在创建块定义后如何反复使用块），还可将其他视图插入已放置在绘图区域中的注释视图。插入零部件视图后，将自动更新“BOM 表”。

要插入零部件命令，用户可以通过以下方法。

◆ 菜单栏：选择“结构 | 插入”菜单，在其下选择相应的子菜单，如图 7-23 所示。

◆ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsinsert”命令，然后根据如下命令行提示信息，选择相应的选项即可。

命令: amsinsert
指定要插入的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)/注释子视图(S)] <零部件(C)>:

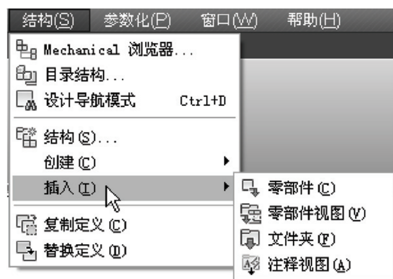


图 7-23　插入零部件的四个子命令

例如，打开“案例\07\连接件零部件视图.dwg”文件，并打开“目录结构”和“AutoCAD Mechanical 浏览器”选项板，如图 7-24 所示。

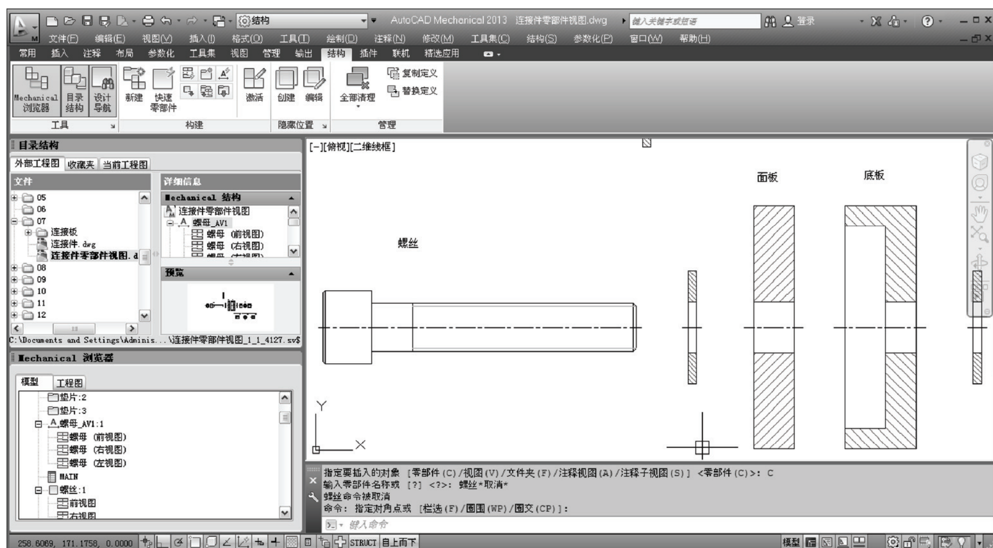


图 7-24　打开的视图

接着选择“结构 | 插入 | 零部件”菜单命令，并按照如下命令行提示进行操作，即可将指定的零部件插入到指定的位置，如图 7-25 所示。

命令: amsinsert
指定要插入的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)/注释子视图(S)] <零部件(C)>: C

输入零部件名称或 [?] <?>: 螺丝
输入零部件视图名称或 [?] <前视图>:
选择父零部件和视图或 [激活(A)/模型空间(M)] <激活(A)>:
指定插入点或 [更改基点(B)/旋转 90(R)/选择下一个视图(V)]: R
指定插入点或 [更改基点(B)/旋转 90(R)/选择下一个视图(V)]:
指定旋转角 <90>:

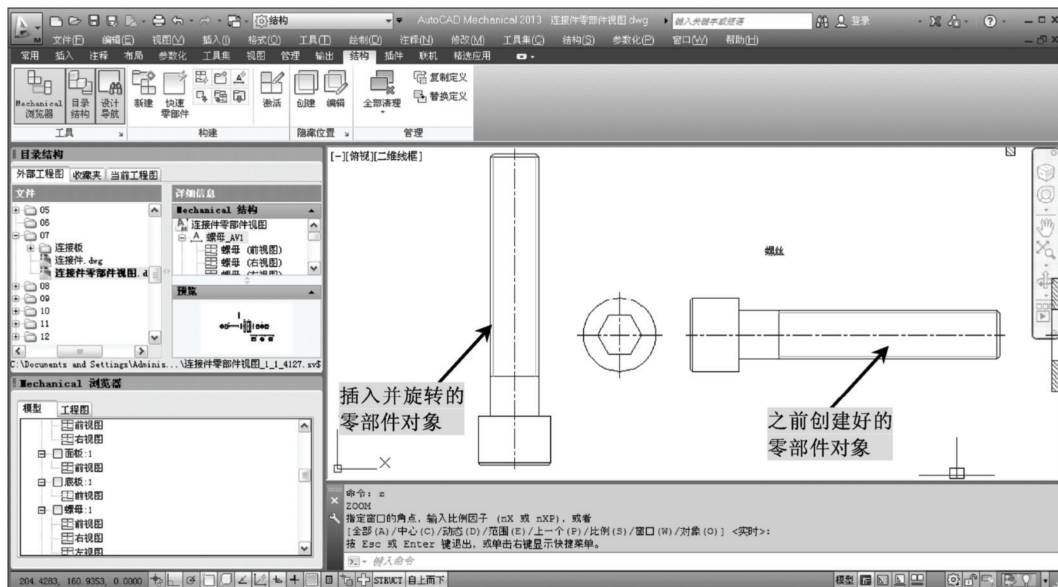


图 7-25 插入的零部件对象

选项讲解

"插入"零部件的选项

知识要点

◆ 零部件名称：在 Mechanical 结构中插入零部件的引用，并使用户可以将该零部件的视图放置在模型空间中。
◆ 指定插入点：将零部件视图放置在单击的位置。
◆ 更改基点：用户可以临时替代所插入视图的基点。
◆ 旋转 90：按逆时针方向将零部件视图旋转 90 度。
◆ 选择下一个视图：选择列表中的下一个视图，而不是当前选定的视图。
◆ 计算：基于用户提供的图纸尺寸建议比例。
◆ 注释视图名称：插入指定零部件的新引用。如果指定的名称在工程图中不存在，系统会针对该结果显示消息。

插入零部件和文件夹最便捷的方法是使用目录结构。目录结构可显示"当前工程图"选项卡中现有零部件和文件夹定义的列表。可以从此选项卡中拖放零部件视图，并将其直接放置在工程图中。在"Mechanical 浏览器"中的零部件上单击鼠标右键，插入其余视图。



专业知识 通配符

学习要点



在文件搜索中可以使用通配符来缩小文字搜索范围。“*”表示任意数量的字符。“?”表示单个字符。

一学即会 创建螺纹联接结构实例

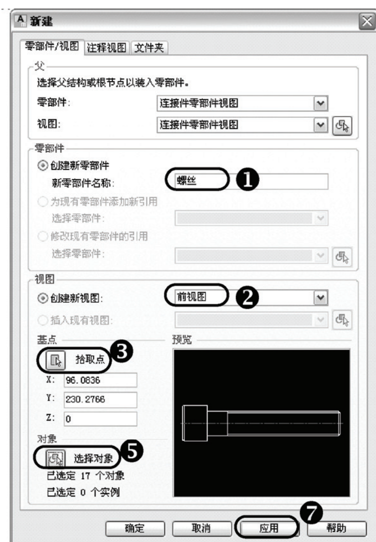
视频：创建零部件.avi
案例：连接件零部件视图.dwg

7 练习

在本例中通过对零件添加相关视图来进行训练，按照连接件的装配方式和顺序来插入相关的零件视图，从而掌握“创建”和“插入”等几个命令的使用方法和技巧。操作步骤如下。

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\07\连接件.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\07\连接件零部件视图.dwg”文件。

2）将工作空间转换到“结构”空间，执行“结构/结构”命令（amsnew），弹出“新建”对话框，依照图中提示，命名新零件部件名称为“螺丝”，创建新视图“前视图”，指定拾取点，并选择图形，然后单击“应用”按钮，如图 7-26 所示。



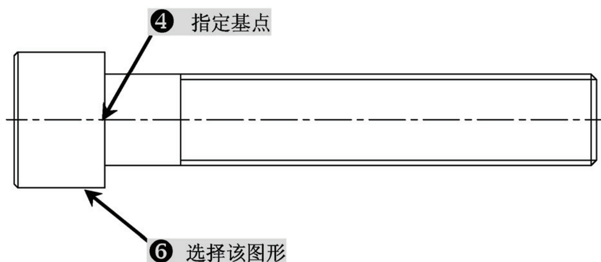


图 7-26　创建螺丝前视图

3）创建该螺丝的右视图，创建了右视图后单击“确定”按钮退出，如图 7-27 所示。

4）执行“结构 | 结构”命令（amsnew），创建“面板”和“底板”的零部件视图。

5）现在用几种不同的方法来给一个零部件添加相关视图。执行“结构 | 创建 | 零部件”命令（amscreate），创建“螺母”零部件视图，在命令行中将显示如下提示信息，如图 7-28 所示。

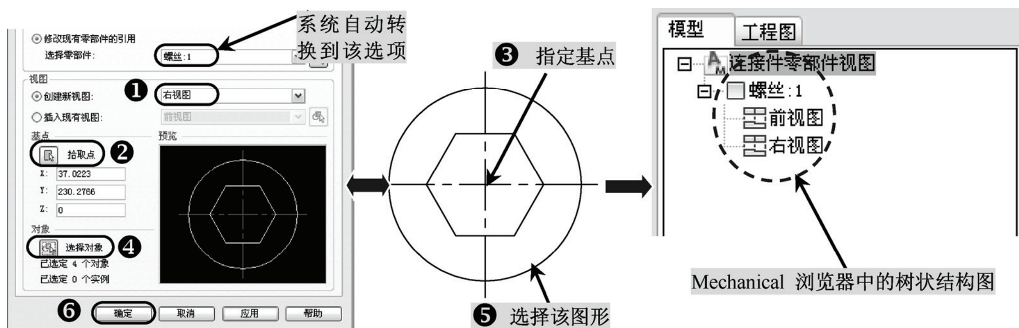


图 7-27　创建螺丝右视图

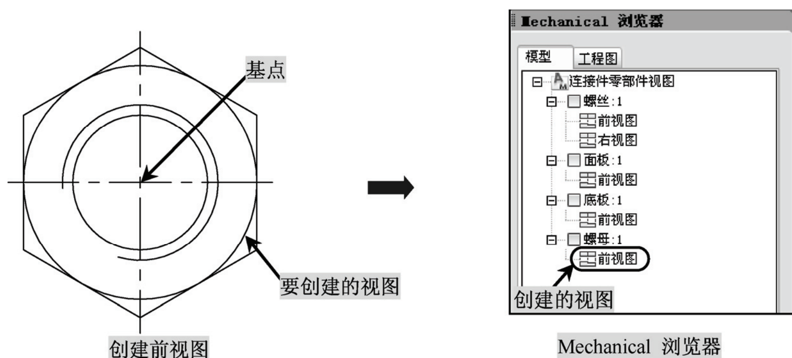


图 7-28　创建螺母前视图

命令: _AMSCREATE　　// 执行“零部件”命令
指定要创建的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)] <零部件(C)>: _Component
　　// 系统自动执行“零部件”选项
输入新零部件的名称 <COMP1>: 螺母　　// 输入新零部件名称
输入新视图的名称 <俯视图>: 前视图　　// 输入新视图的名称
激活 = 模型空间
选择父零部件和视图 或 [模型空间(M)/激活(A)] <激活(A)>: M　　// 选择“模型空间”选项
为新的零部件视图选择对象: 指定对角点: 找到 6 个　　// 选择图形
为新的零部件视图选择对象:
指定基点:　　// 指定基点

6）执行“结构 | 创建 | 零部件视图”命令，为螺母添加右视图，在命令行中将显示如下提示信息，如图 7-29 所示。

指定要创建的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)] <零部件(C)>: _View
　　// 系统自动选择“视图”选项
激活 = 模型空间
选择要查看的零部件引用或 [激活(A)]:　　// 选择准备添加视图的零部件所属的视图中的图形线条
输入新视图的名称 <俯视图>: 右视图　　// 输入新视图名称
指定父视图 或 [?] <模型空间(M)>:　　// 确定
为新的零部件视图选择对象: 指定对角点: 找到 20 个　　// 选择要添加的图形

为新的零部件视图选择对象:
指定基点: // 确定基点

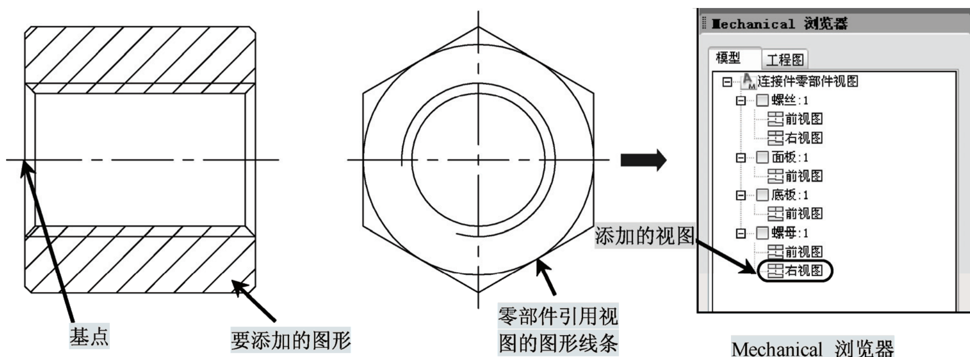


图 7-29 创建螺母右视图

7）将鼠标指针移动到“Mechanical 浏览器”中的“螺母”零部件上，单击鼠标右键，弹出下拉菜单，依次选择“新建 | 零部件视图”，进入“零部件视图”命令，为螺母添加左视图，在命令行中将显示如下提示信息，如图 7-30 所示。

命令: _AMSCREATE // 执行“零部件视图”命令
输入新视图的名称 <俯视图>: 左视图 // 输入新视图名称
为新的零部件视图选择对象: 指定对角点: 找到 13 个 // 选择图形
为新的零部件视图选择对象:
指定基点: // 指定基点

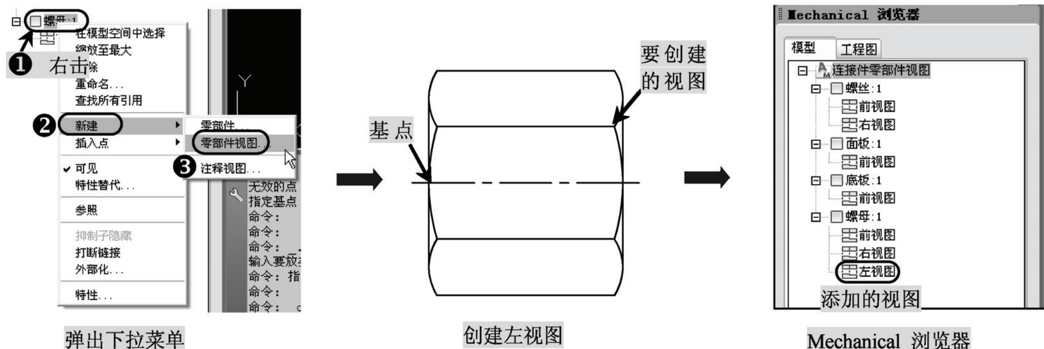


图 7-30 创建螺母左视图

8）用户创建“文件夹”，将“垫片”添加进“文件夹”内，执行“结构 | 创建 | 文件夹”命令，在命令行中将显示如下提示信息，如图 7-31 所示。

命令: _AMSCREATE
指定要创建的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)] <零部件(C)>: _Folder
输入文件夹名称 <文件夹 1>: 垫片
激活 = 模型空间
选择父或 [激活(A)/模型空间(M)] <激活>: M
为新文件夹选择对象: 指定对角点: 找到 8 个

为新文件夹选择对象:
指定基点:

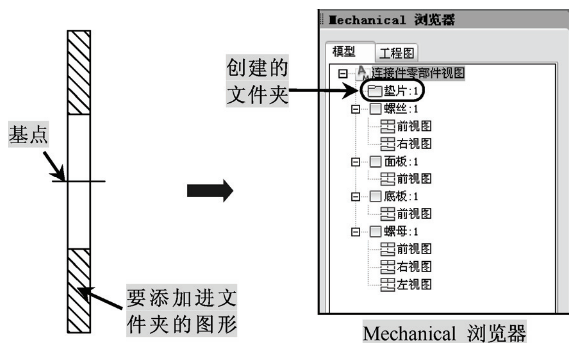


图 7-31　创建垫片文件夹

9）用户将“垫片”文件夹插入到 Mechanical 浏览器中，执行“结构 | 插入 | 文件夹”命令，在命令行中将显示如下提示信息，如图 7-32 所示。

指定要插入的对象 [零部件(C)/视图(V)/文件夹(F)/注释视图(A)/注释子视图(S)] <文件夹(F)>:
_folder
　　　　　　　　　　　　　　　　　　// 执行“插入文件夹”命令
激活 = 模型空间 // 进入模型空间
输入要插入的文件夹名称或 [?] <?>: 垫片　　　// 插入的文件夹名称
选择父或 [激活(A)/模型空间(M)] <激活(A)>: M // 进入模型空间
已选定要插入的文件夹。
指定插入点或 [更改基点(B)/旋转 90(R)]:　　　// 不用更改基点，直接插入到要插入的位置
指定旋转角 <0>: 0　　　　　　　　　　// 指定旋转角度

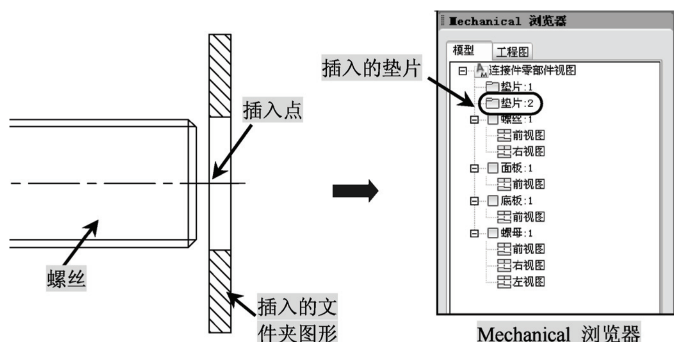


图 7-32　插入垫片文件夹

10）重复执行“结构 | 插入 | 文件夹”命令，在“底板”的水平中心线右端点插入“垫片”；再执行“移动”命令（M），将插入的两个“垫片”水平移动到合适位置。

技巧提示　关于“插入”选项　　学习笔记



“插入”下面有“零部件”“零部件视图”“文件夹”“注释视图”，它们的用法和“插入文件夹”的用法相似。

11）用户对“螺母”添加注释视图，执行“结构/创建/注释视图”命令，在命令行中将显示如下提示信息，如图 7-33 所示。

```
命令: _ams_create_annotation_view                          // 执行“创建注释视图”命令
输入零部件的名称以注释或 [?] <?>: 螺母                        // 输入要创建注释视图零部件名称
输入注释视图的名称 <螺母_AV1>:
选择放置位置 [模型空间(M)/现有布局(L)/新布局(N)] <现有布局(L)>: m
                                                           // 选择模型空间选项
输入比例或 [计算(C)] <2:1>: 1：2                             // 输入比例
为所有子视图创建标签 [是(Y)/否(N)] <否(N)>: Y                  // 全部创建标签
指定基点:                                                   // 指定基点
指定插入点或 [更改基点(B)/旋转 90(R)/选择下一个视图(V)/完成(D)] <完成(D)>:
                                                           // 指定插入点
指定旋转角 <0>:                                             // 输入旋转角度
```

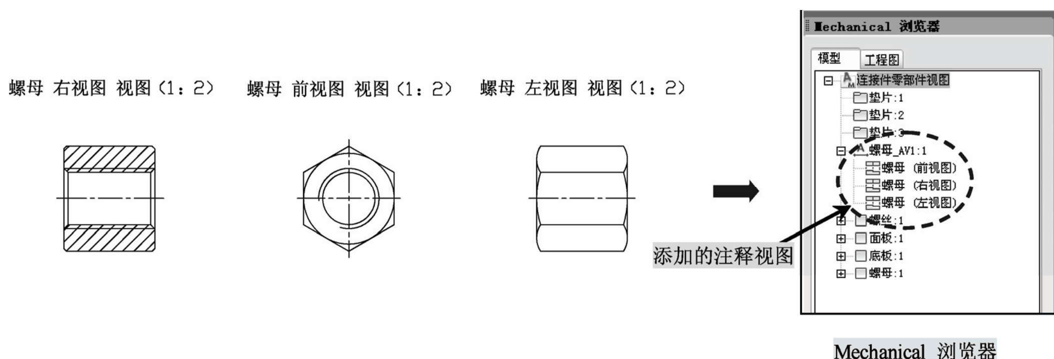


图 7-33　创建注释视图

12）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

7.7 零部件的编辑

7 掌握

用户通过前面的方法创建了零部件对象后，还可对其进行复制、替换、编辑等操作。

 7.7.1 复制定义

复制定义命令是指用其他名称保存选定结构对象的定义副本。可以复制文件夹或零部件视图的定义，包括标准零部件视图和标准特征，但不能复制注释视图定义、使用“amdetail”命令创建的局部视图的定义，或局部视图和注释视图中包含的零部件视图的定义。

要执行“复制定义”命令，可以通过以下 3 种方法。

◆ 菜单栏：选择“结构 | 复制定义”菜单命令。

◆ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amscopydef ”命令。

◆ 面　板：在“结构”选项卡的“管理”面板中，单击“复制定义”按钮。

用户在对一个零件进行“复制定义”操作时，其命令行将显示如下提示信息，操作步骤如图 7-34 所示。

```
命令: _amscopydef                                  // 执行“复制定义”命令
选择文件夹或零部件视图引用:                           // 选择零部件视图
复制定义 [零部件(C)/视图(V)] <零部件(C)>: C          // 选择“零部件”选项
新 零部件 的名称 <面板 的副本>:                       // 输入新零部件名称
```

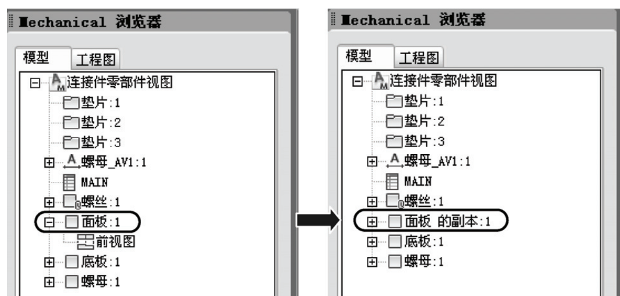


图 7-34　复制定义

使用“复制定义”命令（amscopydef），可以进行以下操作。

1）通过复制选定引用的定义，打断一个文件夹、零部件或视图引用与其他所有引用之间的链接。

2）复制引用文件夹的定义，保留引用但创建新的定义。

3）复制引用的零部件视图的定义，将新视图定义保持为原始零部件视图。

4）复制整个零部件引用的定义，包括所有零部件视图定义（即使未引用）。



7.7.2　替换定义

将零部件视图或文件夹选定引用的定义替换为其他定义。

要执行“替换定义”命令，可以通过以下 3 种方法。

◆ 菜单栏：选择“结构 | 替换定义”菜单命令。

◆ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsreplacedef”命令。

◆ 面　板：在“结构”选项卡的“管理”面板中，单击“替换定义”按钮。

执行“替换定义”命令（amsreplacedef）后，将弹出“替换定义”对话框。“替换定义”对话框下面有“零部件”和“文件夹”两个选项卡，如图 7-35 所示。

技巧提示　“引用”选项的选择

学习笔记



如果用户在引用选项中选择相关引用项，要选择非连续的行，请按〈Ctrl〉键，并单击引用。要选择连续的行，请单击第一个引用，按住〈Shift〉键并单击最后一个引用。此外，也可以单击列表旁边的“拾取对象”按钮，从模型空间拾取要替换的引用。



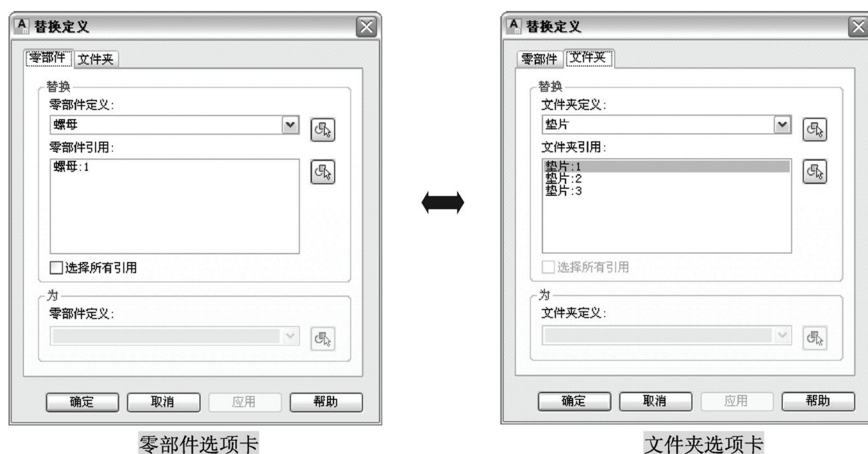


图 7-35 “替换定义”对话框



7.7.3 编辑对象

编辑对象是指对结构中的零部件视图进行“添加”“删除”和“复制”等相关操作。

在“Mechanical 浏览器”中的“视图”上，选择某个零部件并单击鼠标右键，从弹出的快捷菜单中选择“对象编辑”命令，则在视图中将显示对象编辑的选项，即添加、删除和复制操作，如图 7-36 所示。

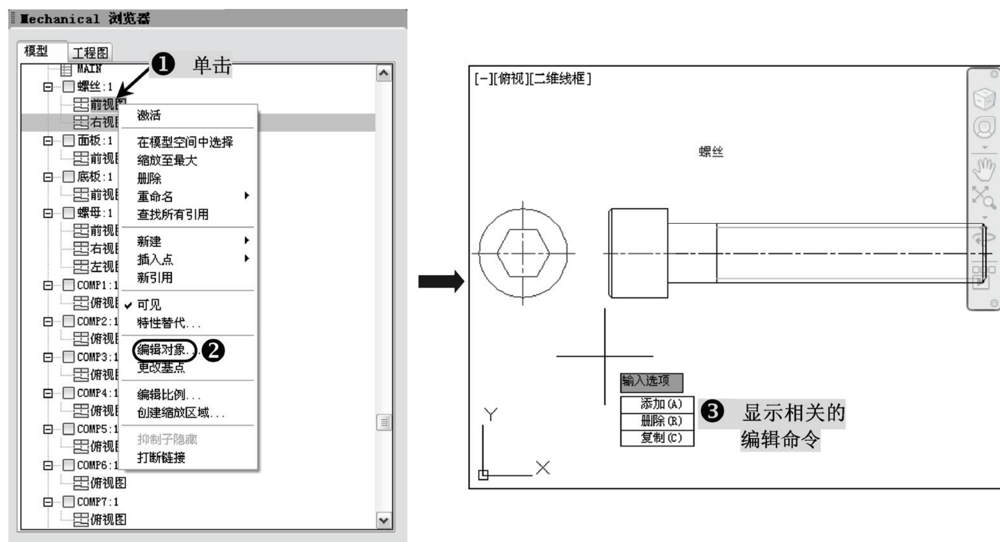


图 7-36 零部件的编辑

选项讲解

“对象编辑”选项

知识要点

◆ 添加：是将原本视图外面的图形添加到该视图中。

◆ 删除：是将原本视图中的某些图形排除在该视图之外。
◆ 复制：是将原本图形外面的图形复制到该视图，但是被复制图形的源图形仍然独立存在。

7.8 虚拟件和参照零部件

7 掌握

在 AutoCAD Mechanical 中，为了简化其设计过程，通常需要将参照或虚拟件显示为环境模型。



7.8.1 虚拟件

虚拟件是“Mechanical 浏览器”上的一个节点，用图标表示，用于对零部件进行编组，以简化设计过程，它们存在于设计中，但不是 BOM（物料清单）表中明确的行项目。

虚拟部件的典型示例包括硬件集，在硬件集中零部件被单独购买和装配，但通常在一起使用（例如螺钉、螺母和垫圈）。在 AutoCAD Mechanical 中，其虚拟部件具有以下特征：

1）它们被“BOM 表”忽略。

2）它们没有经过编号，且不直接包括在数量计算中。

3）在结构化 BOM 表视图中升级这些部件会影响其子部件在 BOM 表中的层次结构位置。虚拟零部件的子零部件将被视为虚拟零部件的同属，尽管从模型结构角度而言并非如此。

4）子零部件的数量将随着虚拟零部件数量的增加而增加。

5）任何内部部件都可以设置为虚拟部件，而外部参照的部件不能设置为虚拟部件。

也可以仅在当前工程图中将部件设置为虚拟部件。在这种情况下，部件在当前工程图中为虚拟部件，但在将该部件用作外部参照（xref）零部件的工程图中，该部件仍然为正常部件。可以很容易地将某个工程图的顶级部件设置为当前工程图中的虚拟部件。使用 BOM 表的结构化表示法时，可以省去必须展开顶级部件的额外步骤，而不会影响使用顶级部件作为外部参照零部件的任何其他文件。

执行“虚拟件”功能的方法为：执行“目录结构”命令，弹出“目录结构”选项板，单击“当前工程图”选项卡，将鼠标移动到机构部件名称上，单击鼠标右键，弹出下拉菜单，选择“当前工程图中的虚拟件”选项，此时部件标识将变为“”，如图 7-37 所示。



7.8.2 外部化

构件外部化，就是将图形中的视图储存于外部文件中，基于外部化定义的零部件和文件夹就成为外部参照零部件。

也可以在外部化零部件或文件夹时指定模板，某些设置（如图形文件制图标准的单位和元素）将依据此模板。如果外部化零部件或文件夹中几何图形的设置与模板中的设置发生冲突，则优先使用模板中的设置。

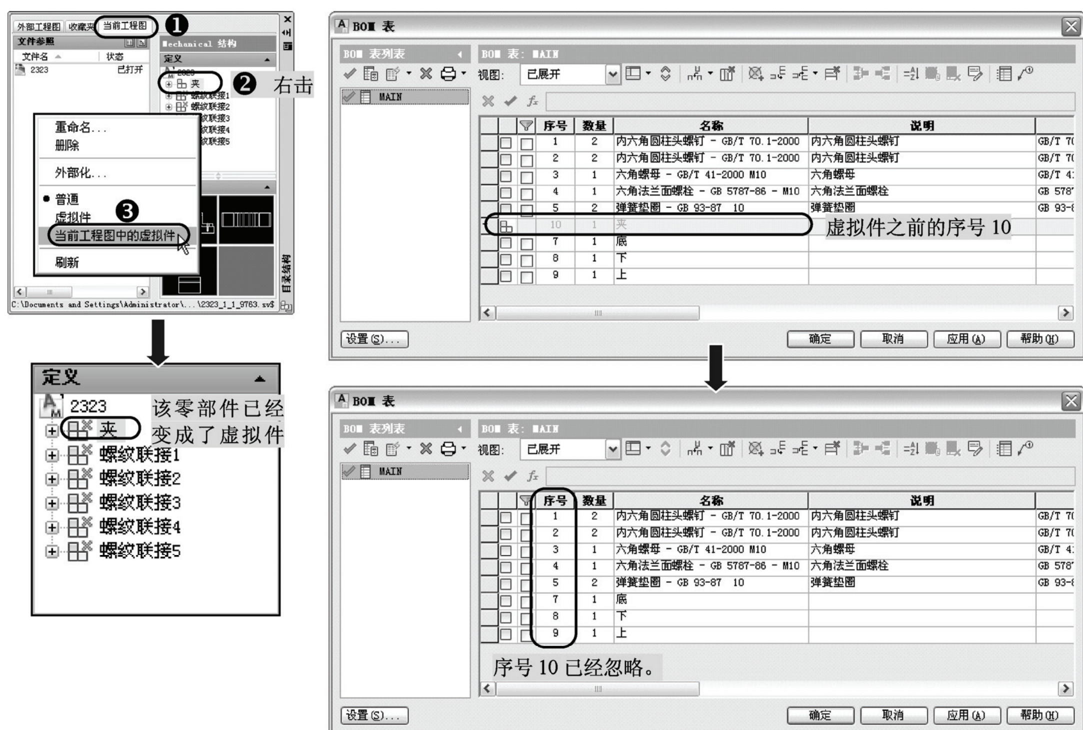


图 7-37　虚拟件

执行构件外部化命令时，系统会自动计算零部件视图的最佳填入位置，并且不会将视图的填入位置反映在目前的图形中。

如果用户建立了外部参照零部件的（内部）注释视图，则可以将此注释视图外部化到外部参照零部件的来源图里面，但不能外部化至任何其他外部文件。

在“Mechanical 浏览器”中，可以利用外部化的功能来拆分零部件，也可以把其他图样里的构件插入到目前打开的图样中来使用，他们之间也是具有双向连接功能的。

执行“外部化”功能的方法为：执行“目录结构”命令，将弹出“目录结构”选项板，单击“当前工程图”选项卡，将鼠标移动到结构部件名称上，单击鼠标右键，将弹出下拉菜单，选择“外部化”选项，选择准备外部化零件的保存路径并保存，此时部件标识将变为“ ”，如图 7-38 所示。

技巧提示　关于构件外部化图形的更改

学习笔记



外部化后的构件图形与源图形之间是具有双向连接功能的，不管是修改构件图形或是源图形，只要图形文件的位置不发生改变，都会自动更新其对应的图形。

外部化零部件时，系统将计算零部件视图最适合的放置位置，并且可能不会将视图的放置位置反映在当前工程图中。

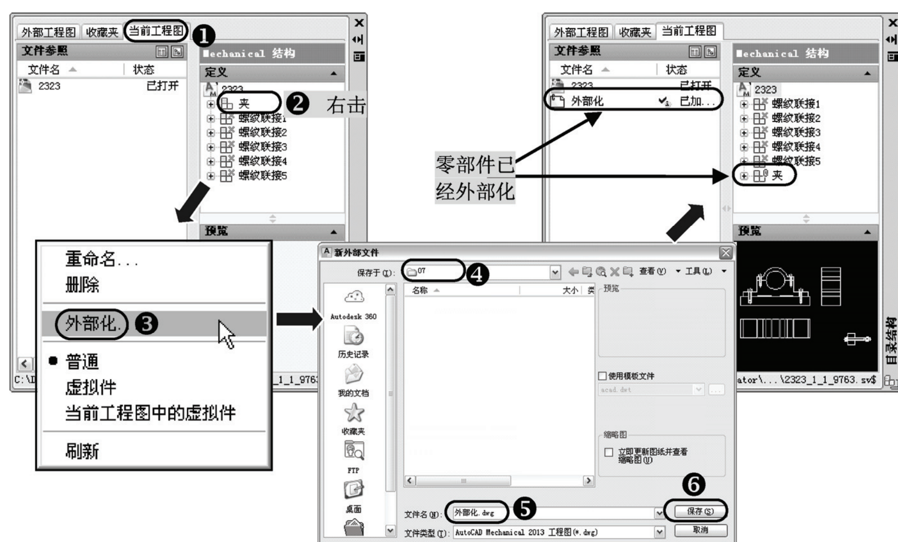


图 7-38　零部件外部化



7.8.3　参照零部件

在设计时，有时为了增强视觉等目的，需要设置相关的参照图，设置相关的参照图之后，BOM 表中会忽略这些零部件，所有参照零部件包括它们的引用，均不包含在 BOM 表、数量计算、明细栏和引出序号中。

执行“参照零部件”功能的方法为：在“Mechanical 浏览器”中的零部件上单击鼠标右键，弹出下拉菜单，选择“参照”选项，此时零部件标识将变为“”，标识零部件已经变成参照零部件，如图 7-39 所示。

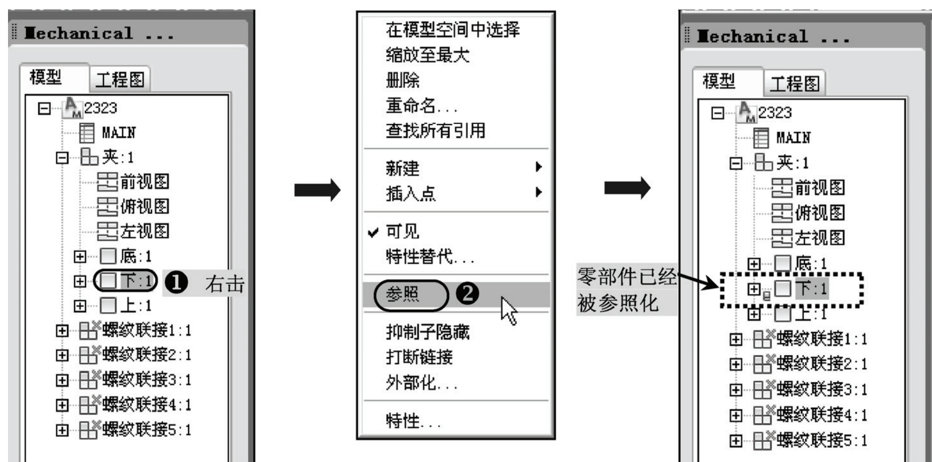


图 7-39　参照零部件



一学即会 通过零部件来创建连接板

视频：创建连接板.avi
案例：连接件\连接板.dwg

7 练习

本例通过连接板的创建，使用户了解相关命令的使用，并了解 Mechanical 浏览器结构树。首先通过最基本的方法将零件通过创建零部件的方式组成部件；再通过插入外部工作图的方式将几个组合好的部件另行组合成一套机械部件的套图，从而使绘图者和读图者能方便管理和快速读图。其操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD_Mechanical 2013 软件，打开“案例\07\连接板\支架总装-1.dwg”文件，再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\07\连接板\支架总装.dwg”文件。

2）将工作空间转换到“结构”空间，执行“结构/创建/零部件”命令（amscreate），创建一个名称为“U 形板”的零部件，依照图中名称，选择相关的图形，创建“U 形板”的“前视图”和“左视图”；再创建一个名称为“支架”的零部件，依照图中名称，选择相关的图形，创建“支架”的“前视图”和“左视图”，如图 7-40 所示。



图 7-40　移动 U 形板

3）执行“移动”命令（M），将“U 形板”的“前视图”和“左视图”移动到“支架”的“前视图”和“左视图”的相关位置上，如图 7-41 所示。

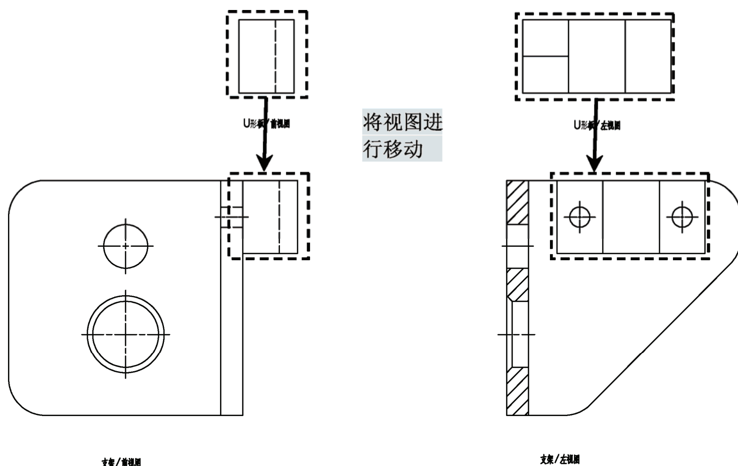


图 7-41　移动 U 形板

4）执行“增强复制”命令（ampowercopy），将“M10×25”螺纹复制到“支架”的“前视图”上；再执行“增强视图”命令（ampowerview），在“支架”的“左视图”中添加“M10×25”螺钉的“俯视图”，如图 7-42 所示。

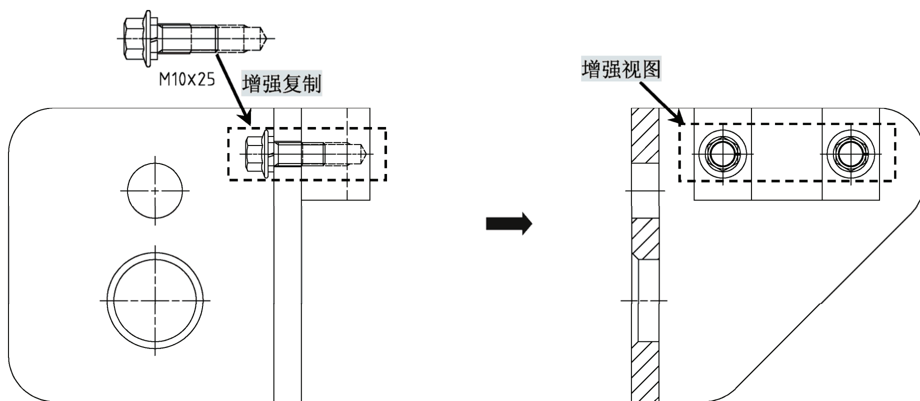
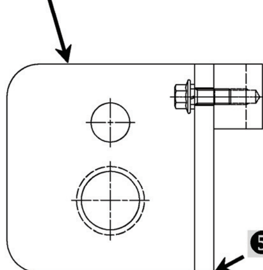


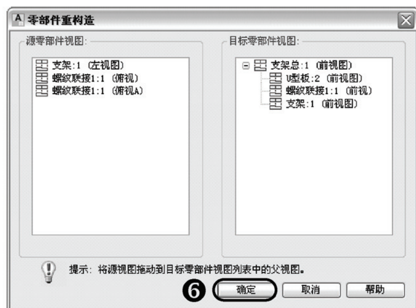
图 7-42 绘制螺钉相关视图

5）为“前视图”和“左视图”创建“无图部件”，零部件名称为“支架总”，如图 7-43 所示。

```
命令: _AMSCREATE                                  // 执行“无图部件”命令
输入新零部件的名称 <COMP1>: 支架总                 // 输入零部件名称
输入新视图的名称 <俯视图>: 前视图                  // 输入视图名称
为新的零部件视图选择对象: 指定对角点:              // 框选相关图形
不允许使用图元。
找到 24 个
已过滤 -2 个
为新的零部件视图选择对象:
指定基点:                                          // 指定视图基点
```

❶ 执行“无图部件”命令
❷ 输入零部件名称
❸ 输入视图名称
❹ 框选相关图形





创建的无图部件

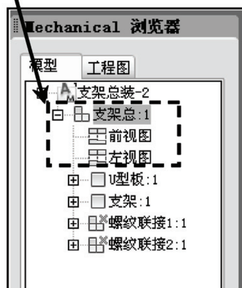


图 7-43 创建无图部件

6）为“支架总”零部件的“左视图”创建相关隐藏位置。将鼠标移动到“支架总”的

“左视图”上，单击鼠标右键，激活该视图。执行“创建关联消隐位置”命令（amshide），选择外边轮廓线，确定，弹出“隐藏位置”对话框，将“层 2”的“螺纹联接”前移到“层 1”，单击“确定”按钮，将视图取消激活，如图 7-44 所示。

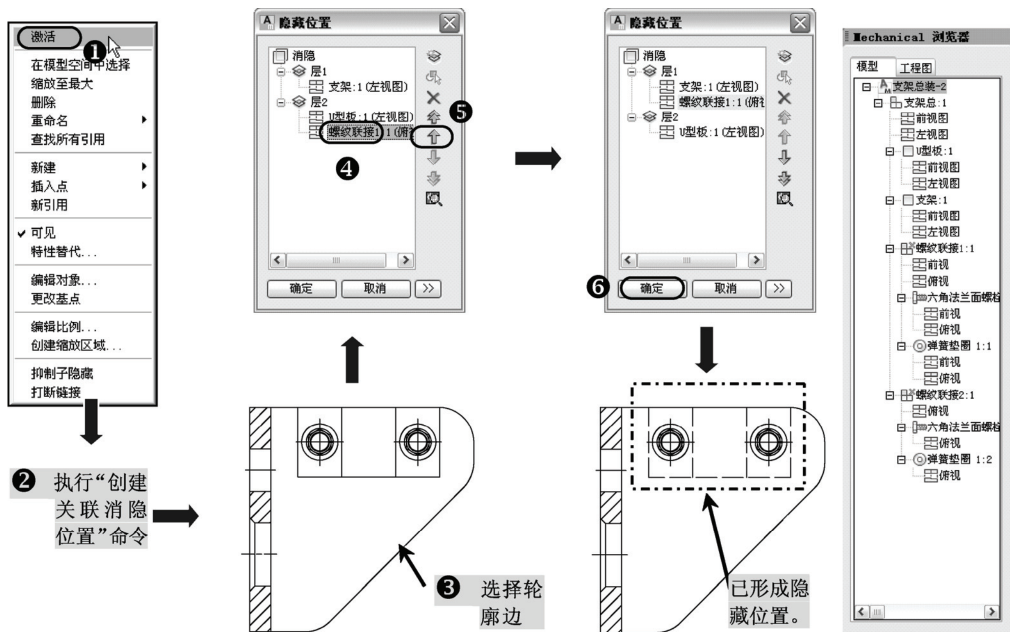


图 7-44　创建相关隐藏位置

7）执行“删除”命令（e），删除多余的图形和文字；再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件，然后关闭该文件。

8）打开“案例\07\连接板\套筒总装-1.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\07\连接板\套筒总装.dwg”文件。

9）将工作空间转换到“结构”空间，执行“结构/创建/零部件”命令（amscreate），创建一个名称为“套筒”的零部件，依照图中名称，选择相关的图形，创建“套筒”的“前视图”和“左视图”；再创建一个名称为“阶梯轴”的零部件，依照图中名称，选择相关的图形，创建“阶梯轴”的“前视图”和“左视图”；再创建一个名称为“端盖”的零部件，依照图中名称，选择相关的图形，创建“端盖”的“前视图”和“左视图”，如图 7-45 所示。

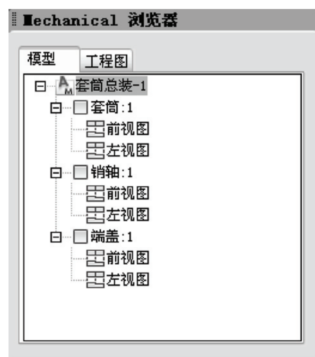


图 7-45　套筒总装

10）为该图的“端盖”“阶梯轴”和“套筒”分别创建“前视图”和“左视图”。执行“移动”命令（m），将它们移动至图示位置，再创建“无图部件”，如图 7-46 所示。

11）为“套筒总”零部件的“前视图”创建相关隐藏位置，如图 7-47 所示。

12）为“套筒总”零部件的“左视图”创建相关隐藏位置。利用“隐藏位置”对话框中的“对象排除”选项，选择不需要隐藏的线条，创建隐藏位置，如图 7-48 所示。

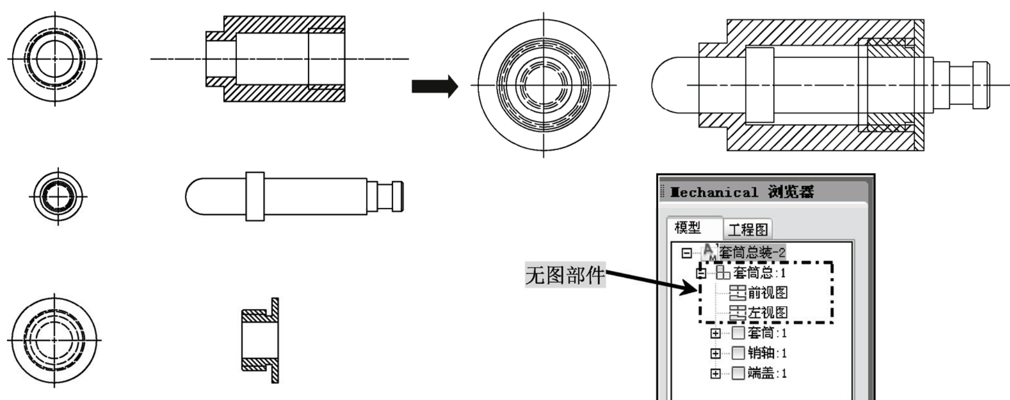


图 7-46　创建无图部件

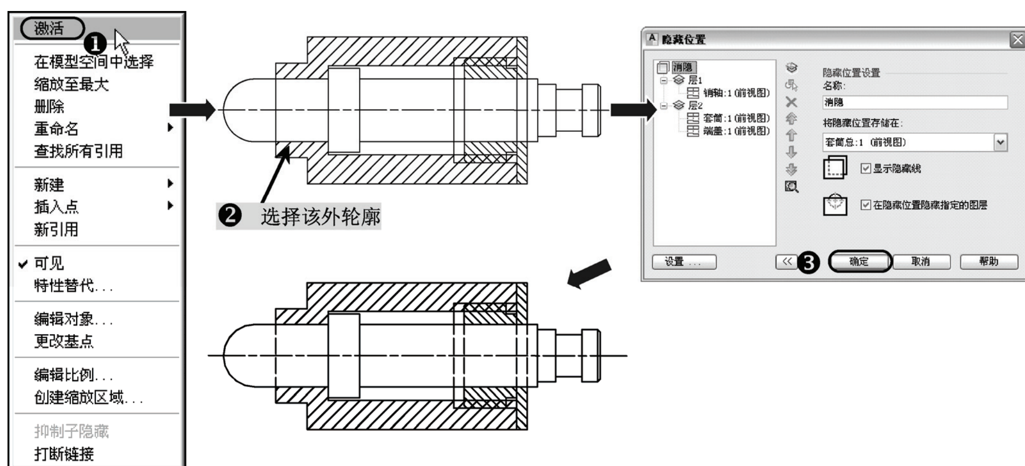


图 7-47　创建相关隐藏位置

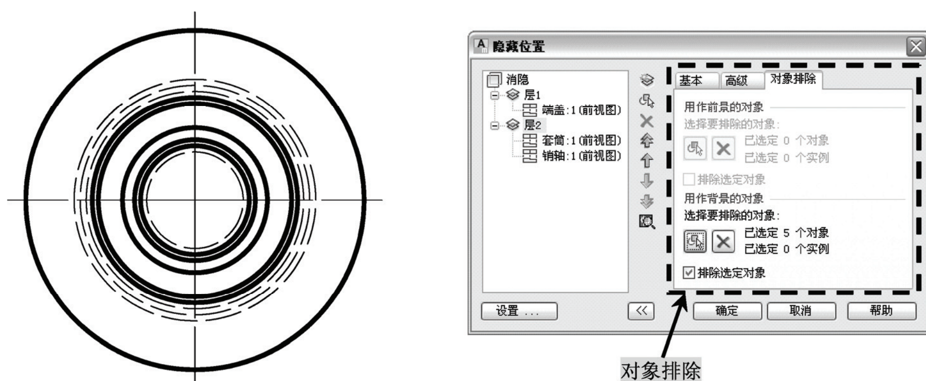


图 7-48　创建相关隐藏位置

13）执行“删除”命令（e），删除多余的图形和文字；再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件，然后关闭该文件。



14）启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\07\连接板\连接板.dwg”文件。

15）执行“目录结构”命令（amscatalog）打开“目录结构”，选择“外部工程图”选项卡，选择路径“07\连接板”，选择“支架总装.DWG”文件，在“详细信息/ Mechanical 结构”中选择“支架总/前视图”，单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选择“作为外部参照插入”选项，在屏幕上插入该图形，并输入旋转角度为 0，如图 7-49 所示。用同样方法插入“支架总/左视图”。

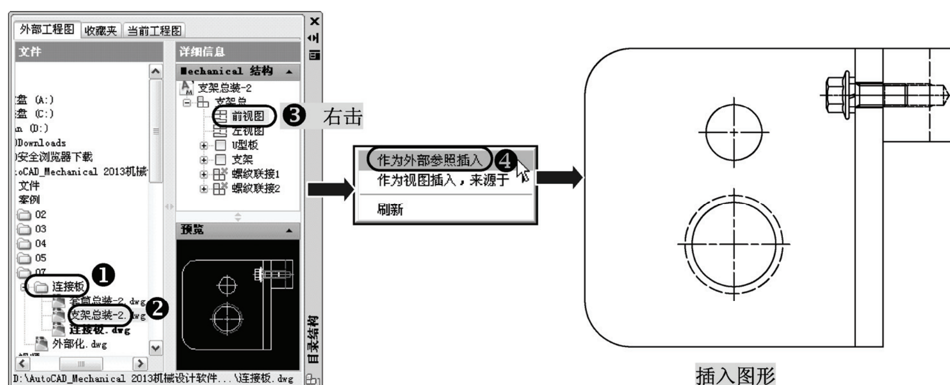


图 7-49　插入支架前视图和左视图

16）单击选择“套筒总装.DWG”文件，在“详细信息/ Mechanical 结构”中选择“套筒总/前视图”，单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选择“作为外部参照插入”选项，在图示位置中插入该图形，并输入旋转角度为 0。如图 7-50 所示。

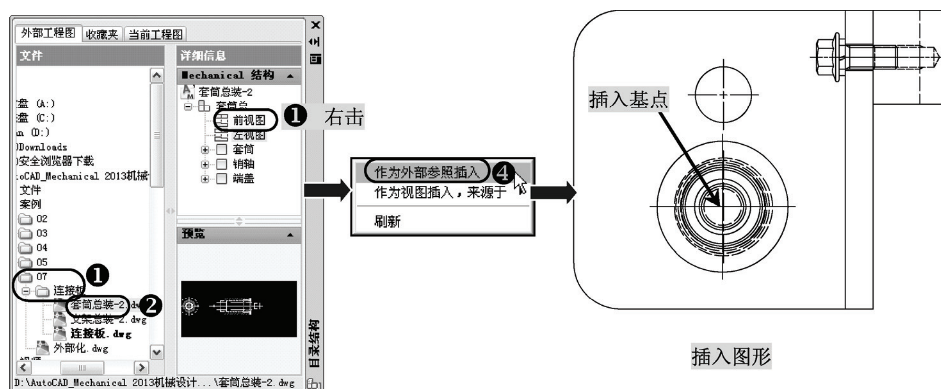


图 7-50　插入套筒前视图

17）用同样方法，在“支架总/左视图”中插入“套筒总/左视图”，如图 7-51 所示。

18）为“连接板”零部件的“前视图”创建相关隐藏位置，选择“套筒”的“前视图”为前景；再为“支架总装” 零部件的“左视图”创建相关隐藏位置，选择“套筒”的“左视图”为前景。创建好的隐藏位置如图 7-52 所示。

19）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

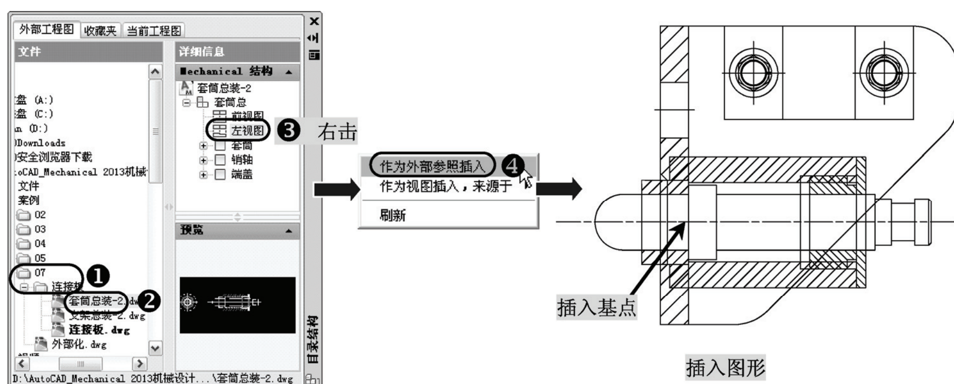


图 7-51　插入套筒左视图

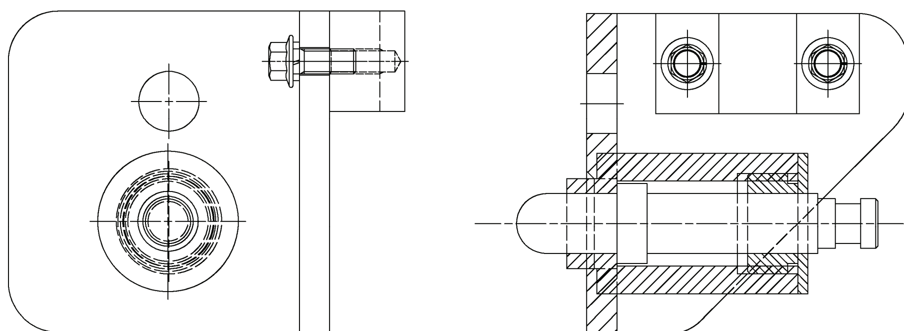


图 7-52　创建相关隐藏位置

第 8 章

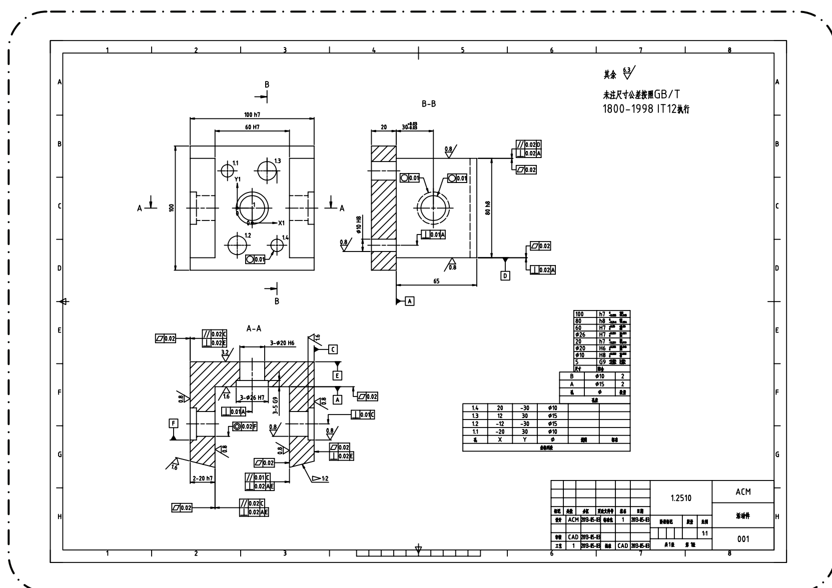
符号、明细栏和标题栏

内容摘要

一幅完整的机械工程图样应包含的符号有：表面粗糙度、焊缝符号、公差等，并且要用明细栏的方式列出各零件的编号、材料、特性等属性，再通过标题栏对其工程图的名称、设计与审核人员、制图比例和日期等进行详细说明，才能增强工程图的可读性和流通性。

通过本章的学习，应对以下内容系统了解。

- 表面粗糙度与焊缝符号
- 固定联接
- 公差与配合
- 基准标识符号和形状识别符号
- 锥度和斜度
- 零件参照和 BOM 表
- 明细栏与序号
- 孔特征表和配合列表
- 标题栏



8.1 符号

8 掌握

为了便于设计者与客户和设计者与设计者之间的交流，也为了使设计者和生产者之间统一标准而不出现加工错误，相关部门根据经验和需要制定了一系列标准，其中就包括了机械行业通用的符号标准，常用的有表面结构符号、焊缝符号、形位公差符号及斜度和锥度符号等。



8.1.1 表面结构参数概述

在机械零件切削加工的过程中，无论采用哪种加工方法所获得的零件表面，都不是绝对平整和光滑的，机械材料经过加工工具加工之后会遗留刀痕；同时，在机械材料切屑分离时的塑性变形和机床振动等因素的影响下，也会使零件的表面形成微小的峰谷，这些留在零件上微小峰谷的高低程度和间距状况叫做表面粗糙度，也称为微观不平度。

由于加工方法和零件材料不同，零件被加工表面留下痕迹的深浅、疏密、形状和纹理也会有一定的差别。表面粗糙度与机械零件的配合性质、疲劳强度、接触刚度、振动和噪声等有密切关系，对机械产品的使用寿命和可靠性有重要影响。

零件加工表面较小间距和微小峰谷不平度的两波峰或两波谷之间距离很小，用肉眼是难以区分的，因此属于微观几何形状误差。表面粗糙度各部分的名称如图 8-1 所示。

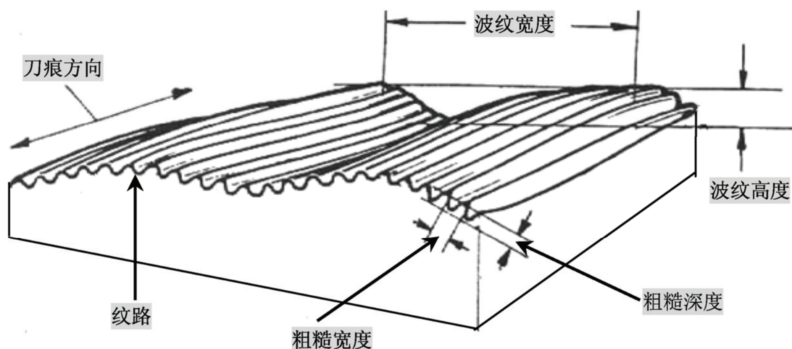


图 8-1 表面结构参数度各部分的名称

专业知识 表面粗糙度对零件的影响

知识要点

- ☑ 耐磨性：零件的表面越粗糙，则零件配合表面间的有效接触面积越小，压强越大，磨损就越快。
- ☑ 稳定性：对零件的间隙配合来说，零件的表面越粗糙，就越易磨损，工作过程中间隙就会逐渐增大；对过盈配合来说，由于装配时将微观凸峰挤平，减小了实际有效过盈，降低了零件间的连接强度。

☑ 疲劳强度：粗糙的零件表面存在较大的峰谷，它们像尖角缺口和裂纹一样，对应力集中很敏感，从而影响零件的疲劳强度。

☑ 耐蚀性：粗糙的零件表面，容易使腐蚀性气体或液体通过表面的微观凹谷渗入到金属内层，造成表面腐蚀。

☑ 密封性：粗糙的零件表面之间无法严密地贴合，气体或液体会通过接触面间的缝隙渗漏。

☑ 接触刚度：接触刚度是指零件结合面在外力作用下，抵抗接触变形的能力。机器的刚度在很大程度上取决于各零件之间的接触刚度。

☑ 测量精度：零件被测表面和测量工具测量面的表面粗糙度都会直接影响测量的精度，尤其是在精密测量时。此外，表面粗糙度对零件的镀涂层、导热性和接触电阻、反射能力和辐射性能、液体和气体流动的阻力、导体表面电流的流通等都会有不同程度的影响。



8.1.2 表面结构的评定参数

评定零件表面结构的参数有轮廓参数、图形参数和支承率曲线参数。其中轮廓参数分为三种：R 参数（在粗糙度轮廓上计算所得的参数）、W 参数（在波纹度轮廓上计算所得的参数）和 P 参数（在原始轮廓上计算所得的参数）。机械图样中，常用表面粗糙度参数（Ra 和 Rz）作为评定表面结构的参数。

1．轮廓算术平均偏差 Ra

评定表面粗糙度的主要参数是轮廓算术平均偏差 Ra，它是在取样长度 lr 内，纵坐标 Z（x）（被测轮廓上的各点至基准线 x 的距离）绝对值的算术平均值，如图 8-2 所示。可用下式表示：

$$Ra = \frac{1}{lr}\int_0^{lr}|Z(x)|dx$$

2．轮廓最大高度 Rz

轮廓最大高度是指在一个取样长度内，最大轮廓峰高与最大轮廓谷深之和，如图 8-2 所示。

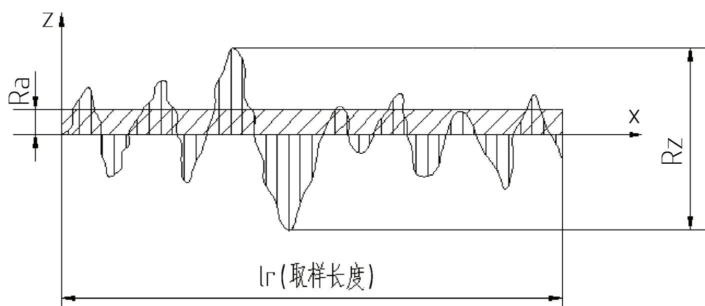


图 8-2　Ra、Rz 参数示意图

标准 GB/T 1031—2009 中给出的 Ra 和 Rz 系列值如表 8-1 所示。

表 8-1 Ra、Rz 系列值 （单位：μm）

Ra	Rz	Ra	Rz
0.012		6.3	6.3
0.025	0.025	12.5	12.5
0.05	0.05	25	25
0.1	0.1	50	50
0.2	0.2	100	100
0.4	0.4		200
0.8	0.8		400
1.6	1.6		800
3.2	3.2		1600



8.1.3 标注表面粗糙度的图形符号

1. 图形符号及其含义

在图样中，可以用不同的图形符号来表示对零件表面结构的不同要求。标注表面结构的图形符号及其含义如表 8-2 所示。

表 8-2 表面结构的图形符号及其含义

符号名称	符号样式	含义及说明
基本图形符号		未指定工艺方法的表面；基本图形符号仅用于简化代号标注，当通过一个注释解释时可单独使用，没有补充说明时不能单独使用
扩展图形符号		用去除材料的方法获得的表面，如通过车、铣、刨、磨等机械加工的表面；仅当其含义是“被加工表面”时可单独使用
		用不去除材料的方法获得的表面，如铸、锻件的表面等；也可用于保持上道工序形成的表面，不管这种状况是通过去除材料或不去除材料形成的
完整图形符号		在基本图形符号或扩展图形符号的长边上加一横线，用于标注表面结构特征的补充信息
工件轮廓各表面的图形符号		当在某个视图上组成封闭轮廓的各表面有相同的表面结构要求时，应在完整图形符号上加一圆圈，标注在图样中工件的封闭轮廓线上

2. 图形符号的画法及尺寸

图形符号的画法如图 8-2 所示，表 8-3 列出了图形符号的尺寸。

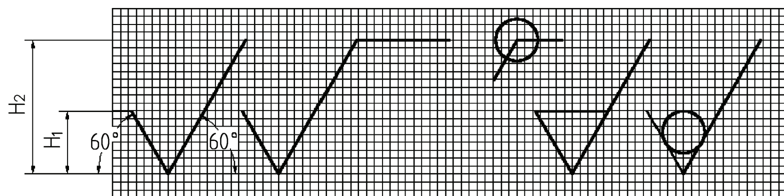


图 8-2　图形符号的画法

表 8-3　图形符号的尺寸　　（单位：mm）

数字与字母的高度 h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2（最小值）	7.5	10.5	15	21	30	42	60

注：H_2 取决于标注内容。

标注表面结构参数时应使用完整图形符号。在完整图形符号中注写了参数代号、极限值等要求后，称为表面结构代号。表面结构代号示例如表 8-4 所示。

表 8-4　表面结构代号示例

代　　号	含义/说明
Ra 1.6	表示去除材料，单向上限值，粗糙度算术平均偏差 1.6um，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16%规则”（默认）
Rz max 0.2	表示不允许去除材料，单向上限值，粗糙度最大高度的最大值 0.2um，评定长度为 5 个取样长度（默认），“最大规则”
U Ra max 3.2 L Ra 0.8	表示不允许去除材料，双向极限值，两极限值均使用默认传输带，R 轮廓。上限值：算术平均偏差 3.2um，评定长度为 5 个取样长度（默认），“最大规则”；下限值：算术平均偏差 0.8um，评定长度为 5 个取样长度（默认），“16%规则”（默认）
铣 - 0.8/Ra3 6.3 ⊥	表示去除材料，单向上限值，取样长度 0.8mm，R 轮廓，算术平均偏差极限值 6.3um，评定长度包含 3 个取样长度，“16%规则”（默认），加工方法为铣削，纹理垂直于视图所在的投影面

3．表面结构要求在图样中的标注

表面结构要求在图样中的标注实例如表 8-5 所示。

表 8-5　表面结构要求在图样中的标注实例

说　　明	实　　例
表面结构要求对每一表面一般只标注一次，并尽可能标注在相应的尺寸及其公差的同一视图上 表面结构的注写和读取方向与尺寸的注写和读取方向一致	Ra 1.6 Ra 1.6 Rz 12.5 Ra 3.2

（续）

说　明	实　例
表面结构要求可标注在轮廓线或其延长线上，其符号应从材料外指向并接触表面。必要时表面结构符号也可用带箭头或黑点的指引线引出标注	
在不致引起误解时，表面结构要求可以标注在给定的尺寸线上	
表面结构要求可以标注在几何公差框格的上方	
如果在工件的多数表面有相同的表面结构要求，则其表面结构要求可统一标注在图样的标题栏附近，此时，表面结构要求的代号后面应有以下两种情况：①在圆括号内给出无任何其他标注的基本符号（见图a）；②在圆括号内给出不同的表面结构要求（见图b）	 a)　b)
当多个表面有相同的表面结构要求或图样空间有限时，可以采用简化注法 ① 用带字母的完整图形符号，以等式的形式，在图形或标题栏附近，对有相同表面结构要求的表面进行简化标注（见图a） ② 用基本图形符号或扩展图形符号，以等式的形式给出对多个表面共同的表面结构要求（见图b）	 a)　b)

 8.1.4 “表面粗糙度”对话框

1．“表面粗糙度”命令的执行方法

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，可以通过相关操作来进行表面粗糙度标注。

要执行“表面粗糙度”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 表面粗糙度”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“表面粗糙度”按钮√。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsurfsym”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“表面粗糙度”按钮√。

2．“表面粗糙度”对话框

执行“表面粗糙度”命令后，单击要标注的地方，弹出“表面粗糙度”对话框，在“符号”选项卡中，各设置项的含义如图 8-4 所示。

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“表面粗糙度设置”对话框，用户可以为当前绘图标准的表面粗糙度符号编辑默认设置，如图 8-5 所示。

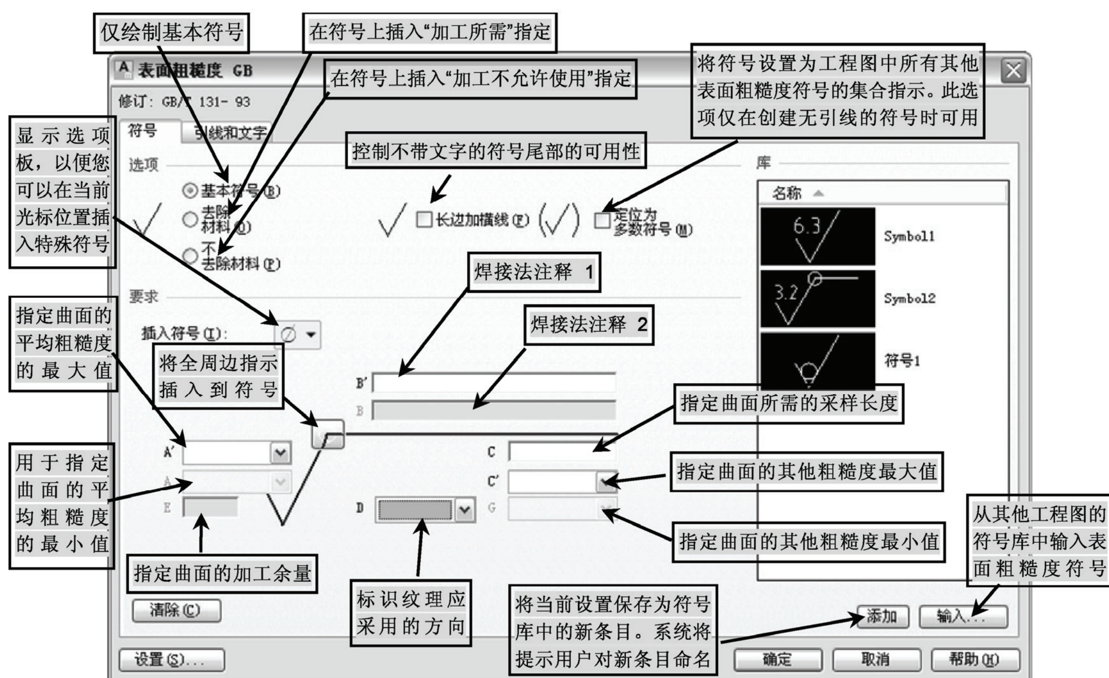


图 8-4 “符号”选项卡

单击“引线和文字”选项卡，用户可以为当前绘图标准的表面粗糙度符号编辑默认设置，如图 8-6 所示。

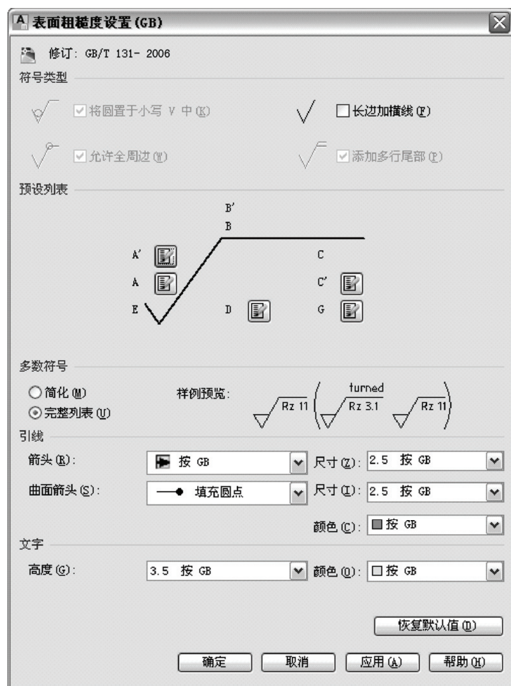


图 8-5 “表面粗糙度设置”对话框

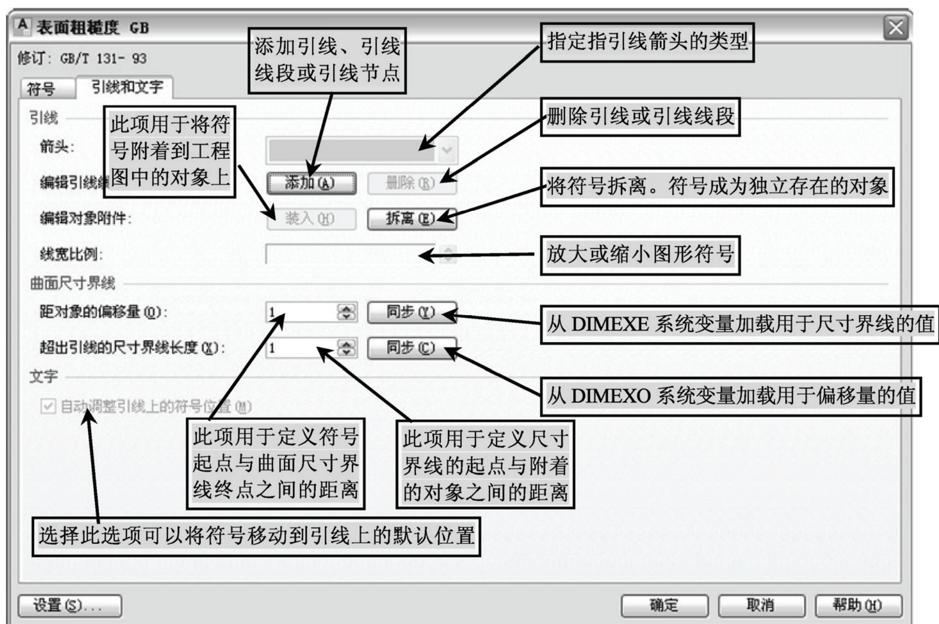


图 8-6 “引线和文字”选项卡

3．表面粗糙度符号的插入步骤

插入表面粗糙度符号的具体操作步骤如图 8-7 所示。

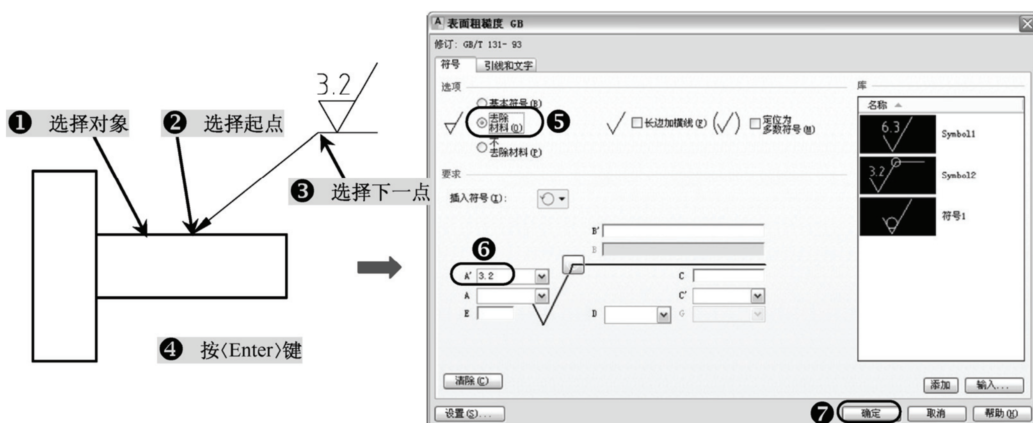


图 8-7　表面粗糙度符号的插入步骤

 8.1.5　焊接概述

焊接是指将两件同种或异种的工件，通过加热、加压，或两者并用，同时用或不用填充材料，使两工件产生原子间结合而实现永久性连接的工艺过程。常见的焊接过程中，工件和焊料熔化形成熔融区域，熔池冷却凝固后便使两工件的材料连接起来。焊条电弧焊示意图及相关的名称如图 8-8 所示。

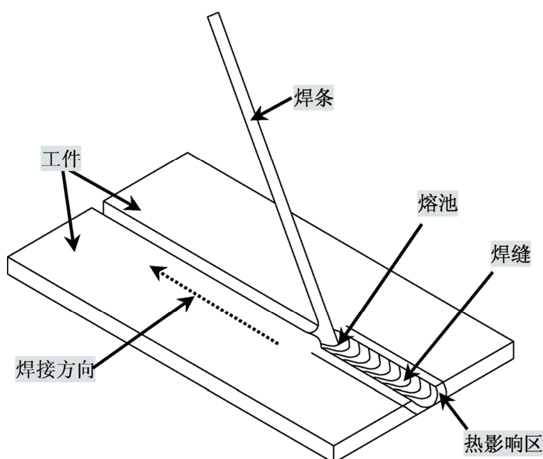


图 8-8　焊接示意图及相关名称

这一过程中，通常还需要施加压力。焊接的能量来源有很多种，包括气体焰、电弧、激光、电子束、摩擦和超声波等。由于焊接可能给操作者带来危险（包括烧伤、触电、视力损害、吸入有毒气体、紫外线照射过度等），所以在进行焊接时必须采取适当的防护措施。

金属的焊接，按其工艺过程的特点可分为熔焊、压焊和钎焊三大类，如图 8-9 所示。

工件之间的焊接可以有多种接头形式，分别是对接接头、搭接接头、角接接头、端接接头、T 形接头，如图 8-10 所示。

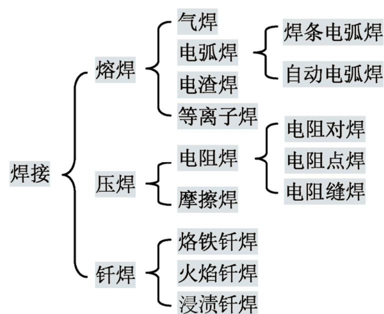


图 8-9 焊接分类

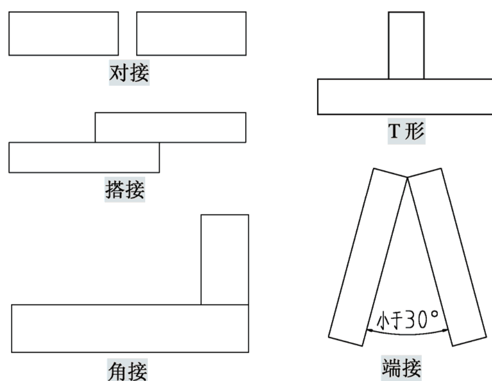


图 8-10 焊接的接头形式



8.1.6 焊缝符号

完整的焊缝符号包括基本符号、指引线、补充符号、尺寸符号及数据等。为了简化，在图样上标注焊缝时通常只采用基本符号和指引线，其他内容一般在有关文件中明确。如图 8-11 所示。

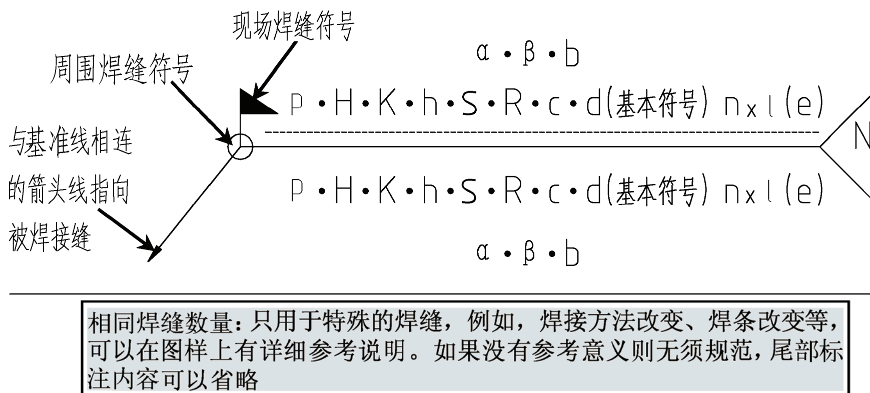


图 8-11 焊接符号

在焊接符号中，各种不同的焊缝用不同的符号表示，焊缝的基本符号见表 8-6。

焊缝符号在必要时可标注尺寸，尺寸符号，见表 8-7。

表 8-6　焊缝的基本符号

I 形	斜面连接形	V 形	单边 V 形	Y 形	斜 Y 形
U 形	J 形	喇叭口形	单喇叭口形	角焊形	塞焊或槽焊
端接头焊	点焊	缝焊	封底	堆焊	螺柱焊

表 8-7　尺寸符号

符　号	名　称	示　意　图	符　号	名　称	示　意　图
δ	工件厚度	δ	b	根部间隙	b
H	坡口深度	H	p	钝边	p
c	焊缝宽度	c	h	余高	h
S	焊缝有效厚度	S	R	根部半径	R
K	焊脚尺寸	K	N	相同焊缝数量	N=3
α	坡口角度	α	β	坡口面角度	β
e	焊缝间距	e	d	点焊：熔核直径 塞焊：孔径	d
l	焊缝长度	L	n	焊缝段数	n=2

有时，在焊接中需要进行多次操作，则标注时可用多组基准线。多组参考线可表示出焊接操作的次序。第一次焊接操作与箭头一起显示在多组参考线上，在进行下一道线上的操作前，前一次操作必须完成。远离箭头的每一条线都给出每次连续操作的信息，这些操作还包括一些尾缀中不包括的焊接补充信息，例如检测方法等，如图 8-12 所示。

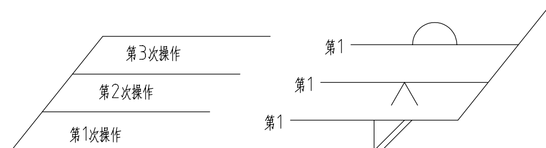


图 8-12　多组基准线



8.1.7 “焊接符号”对话框

1．“焊接符号”命令的执行方法

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，可以通过相关操作标注焊接符号。

要执行“焊接符号”相关命令，可以通过以下 4 种方法：

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 焊接符号”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“焊接符号”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amweldsym”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“焊接符号”按钮。

2．“焊接符号”对话框

执行“焊接符号”命令后，单击要标注的地方，弹出“焊接符号 GB”对话框。“焊接符号”对话框中有两个选项卡，“符号”选项卡和“引线和文字”选项卡。

在“符号”选项卡中，各选项的含义如图 8-13 所示。

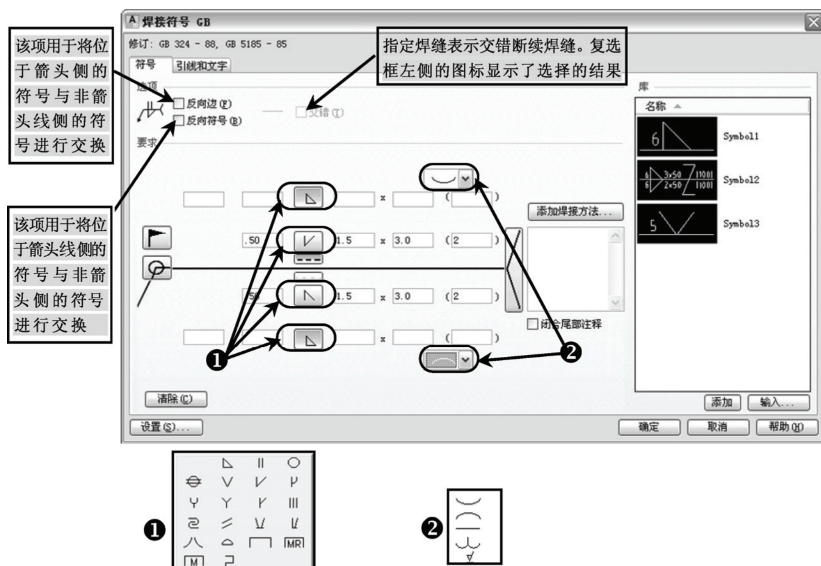


图 8-13　“符号”选项卡

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“焊接符号设置（GB）”对话框，用户可以为当前绘图标准的焊缝符号编辑默认设置，如图 8-14 所示。

单击“引线和文字”选项卡，用户可以按绘图标准对焊缝符号的引线和文字进行相关设置，如图 8-15 所示。



图 8-14 “焊接符号设置（GB）”对话框



图 8-15 “引线和文字”选项卡

3．焊缝符号的插入方法

插入焊缝符号的具体操作步骤如图 8-16 所示。

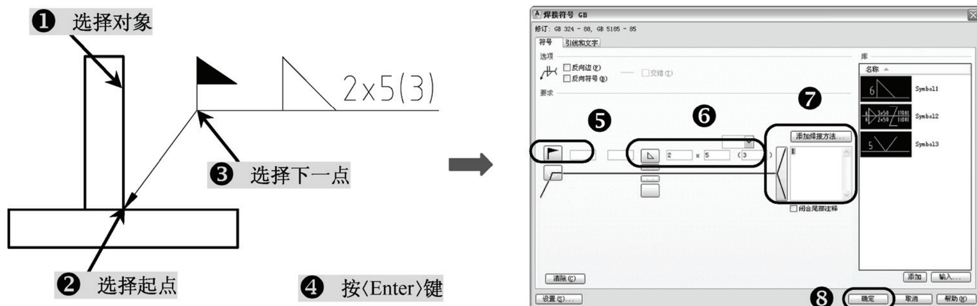


图 8-16 插入焊缝符号

4．常用焊接方法代号

在“符号”选项卡中，有“添加焊接方法”选项，单击可选择相关的焊接方法代号，常用焊接方法代号分类见表 8-8。

表 8-8 焊接及相关工艺方法代号

代号	焊 接 方 法	代号	焊 接 方 法	代号	焊 接 方 法
1	电弧焊	223	加带缝焊	78	螺柱焊
11	无气体保护电弧焊	23	凸焊	781	螺柱电弧焊
111	手弧焊	24	闪光焊	782	螺柱电阻焊
112	重力焊	25	电阻对焊	9	硬钎焊、软钎焊、钎接焊
113	光焊丝电弧焊	29	其他电阻焊方法	91	硬钎焊
114	药芯焊丝电弧焊	291	高频电阻焊	911	红外线硬钎焊
115	涂层焊丝电弧焊	3	气焊	912	火焰硬钎焊
116	熔化极电弧点焊	31	氧-燃气焊	913	炉中硬钎焊
118	躺焊	311	氧乙炔焊	914	浸沾硬钎焊
12	埋弧焊	312	氧-丙烷焊	915	盐浴硬钎焊
121	丝极埋弧焊	313	氢-氧焊	916	感应硬钎焊
122	带极埋弧焊	32	空气-燃气焊	917	超声波硬钎焊
13	熔化极气体保护电弧焊	321	空气-乙炔焊	918	电阻硬钎焊
131	MIG 焊:熔化极惰性气体保护焊（含熔化极 Ar 弧焊）	322	空气-丙烷焊	919	扩散硬钎焊
135	MAG 焊:熔化极非惰性气体保护焊（含 CO_2 保护焊）	33	氧乙炔喷焊（堆焊）	923	摩擦硬钎焊
136	非惰性气体保护药芯焊丝电弧焊 注：FCAW	4	压焊	924	真空硬钎焊
137	非惰性气体保护熔化极电弧点焊	41	超声波焊	93	其他硬钎焊方法
14	非熔化极气体保护电弧焊	42	摩擦焊	94	软钎焊
141	TIG 焊:钨极惰性气体保护焊（含钨极 Ar 弧焊）	43	锻焊	941	红外线软钎焊
142	TIG 点焊	44	高机械能焊	942	火焰软钎焊
149	原子氢焊	441	爆炸焊	943	炉中软钎焊
15	等离子弧焊	45	扩散焊	944	浸沾软钎焊
151	大电流等离子弧焊	47	气压焊	945	盐浴软钎焊
152	微束等离子弧焊	48	冷压焊	946	感应软钎焊
153	等离子弧粉末堆焊（喷焊）	7	其他焊接方法	947	超声波软钎焊
154	等离子弧填丝堆焊（冷、热丝）	71	铝热焊	948	电阻软钎焊
155	等离子弧 MIG 焊	72	电渣焊	949	扩散软钎焊
156	等离子弧点焊	73	气电立焊	951	波峰浇注软钎焊
18	其他电弧焊方法	74	感应焊	952	烙铁软钎焊
181	碳弧焊	75	光束焊	953	摩擦软钎焊
185	旋弧焊	751	激光焊	954	真空软钎焊
2	电阻焊	752	弧光光束焊	96	其他软钎焊方法
21	点焊	753	红外线焊	97	钎接焊
22	缝焊	76	电子束焊	971	气体钎接焊
221	搭接缝焊	77	储能焊	972	电弧钎接焊

8.1.8 “焊接表示法”命令

焊接表示法是指在椭圆、圆、圆弧、直线和多段线上绘制缝焊缝和角焊缝。

要执行“焊接表示法”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 焊接表示法”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“焊接表示法”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsimpleweld”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“焊接表示法”按钮。

执行“焊接表示法”命令后，将弹出“焊接表示法”对话框。可以在前视图和侧视图中绘制角焊缝和单边“V”形对接焊缝。可以输入焊缝宽度，或者使用定点设备来定义它，在命令行中将显示如下提示信息，如图 8-17 所示。

```
命令: AMSIMPLEWELD            // 执行“焊接表示法”命令
焊角宽度 <3>: 5               // 输入焊脚宽度
焊缝插入点:                   // 指定插入点
焊缝插入点: *取消*            // 退出命令
```

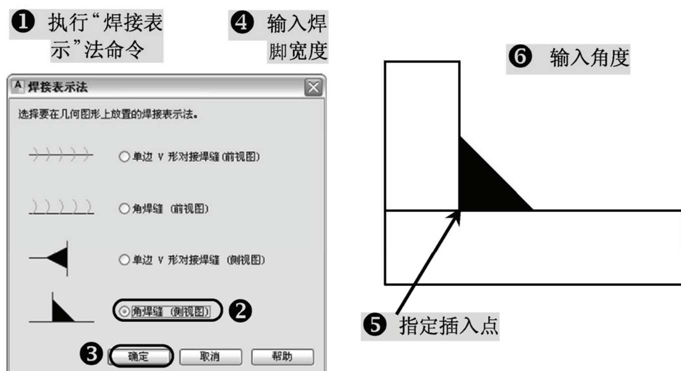


图 8-17　焊接表示法应用

8.1.9 固定联接

在机械联接中，有时要通过软焊、粘合、缝合及用钉缝合创建的固定联接接缝，可以使用该符号为其指定要求。只有在标准为“GOST”时，此符号才可用。

要执行“固定联接”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 固定联接”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“固定联接”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amdeadjoint”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“固定联接”按钮。

执行“固定联接”命令后，将弹出“固定联接 GOST”对话框，如图 8-18 所示。

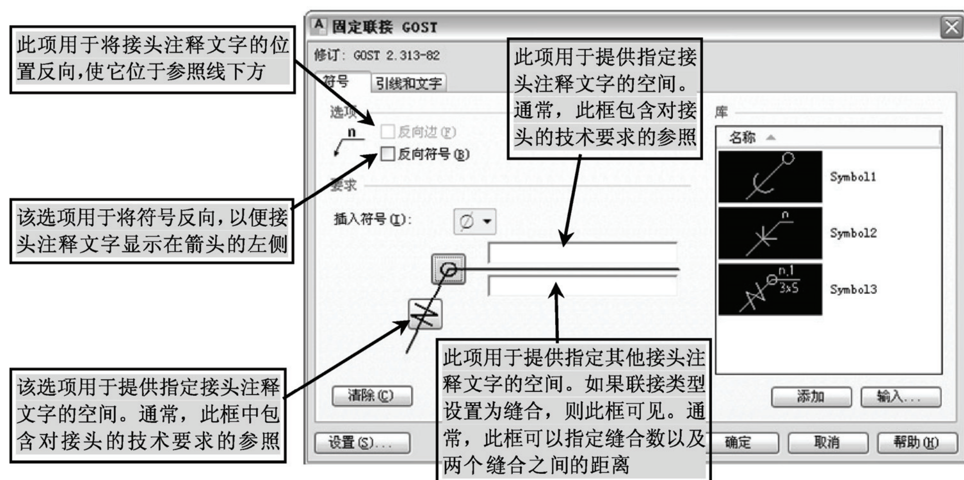


图 8-18 “固定联接 GOST”对话框

单击“引线和文字”选项卡，用户可以为当前绘图标准的固定连接的引线和文字进行相关设置，如图 8-19 所示。

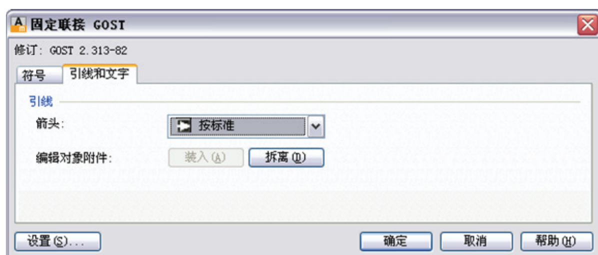


图 8-19 “引线和文字”选项卡

插入固定联接符号的具体操作步骤如图 8-20 所示。

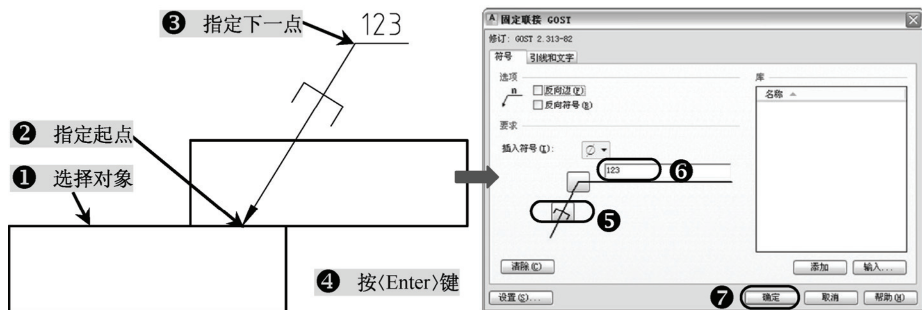


图 8-20 固定连接应用

引线符号选项中各种图标的意义见表 8-9。

表 8-9 引线符号选项

名　称	软焊	粘合	缝合	用钉缝合（重叠）	用钉缝合（轮廓接头）
示　意　图					

如果指定联接注释文字，AutoCAD Mechanical 会将文字与引线末尾的水平参照线对齐。如果不指定任何联接注释文字，则不会绘制参照线。

用户可以将符号的设置保存到符号库中，并通过符号库重复使用该符号。这样，就不必在每次创建符号时重新指定要求。由于固定联接符号支持多种联接类型，因此这个功能是非常有用的。

绘图标准禁止在固定联接符号上使用多条引线，因此 AutoCAD Mechanical 不允许用户在固定联接符号上使用“amsymleader”命令（向符号添加引线和引线段或从符号中删除引线和引线段）。此外，由于要在引线上指定联接类型，因此 AutoCAD Mechanical 不允许在没有引线的情况下创建符号。在引线上，用户可以拖动引线符号附近的夹点，沿引线更改其位置。AutoCAD Mechanical 会确保引线箭头和全周边指定（如果存在）都不会重叠。



8.1.10 公差与配合

1．公差

公差是指允许尺寸的变动量，等于上极限尺寸与下极限尺寸代数差的绝对值，也等于上极限偏差与下极限偏差的代数差的绝对值。

在机械和仪器制造工业中，零部件的互换性是指在同一规格的一批零件或部件中，任取其一，不需任何挑选或附加修配（如钳工修理）就能装在机器上，达到规定的性能要求。为满足机械制造中零件所具有的互换性，要求生产零件的尺寸应在允许的公差范围之内。这就必须对一种零件的形式、尺寸、精度、性能等规定一个统一的标准。同类产品还需按尺寸大小合理分档，以减少产品的系列，这就是产品标准化。互换性是现代化生产的重要技术经济原则。

对于机械制造来说，制定公差的目的就是为了确定产品的几何参数，使其变动量在一定的范围之内，以便达到互换或配合的要求。图 8-21 所示为公差示意图。

在日常的生产流程中不允许对给定的完全精确的几何特性进行维护（或测量），生产的零件的实际表面区别于图面中描述的理想曲面，实际曲面的公差分为以下三组来评估，用以描述和检查生产中允许的误差。图 8-22 所示为公差的分类。

☑ 尺寸公差：某一尺寸减去基本尺寸的代数差称为尺寸偏差，上极限尺寸减去基本尺寸所得的代数值称为上极限偏差；下极限尺寸减去基本尺寸所得的代数值称为下极限偏差。

☑ 形状公差：允许实际形状对理想形状的变动量。这个变动量就是实际得到的误差值。它是用来表示零件表面的一条线，或一个面，加工后所产生的误差，是实际测得值。测量时理想形状相对于实际形状的位置，应按最小条件来确定。

☑ 位置公差：允许实际位置对理想位置的变动量，它是用来表示零件上的两个或两个以上的线或面加工后本身所产生的误差，是实际测得值。测量时，理想位置是相对于基准的理想形状位置面确定的，基准的理想位置应符合最小条件。

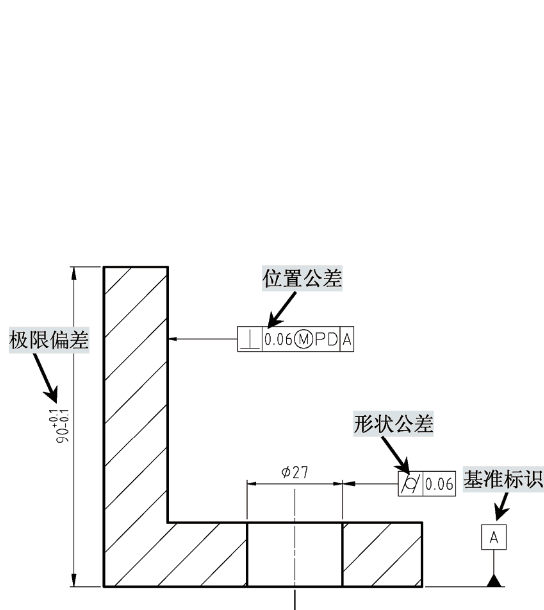


图 8-21　公差示意图

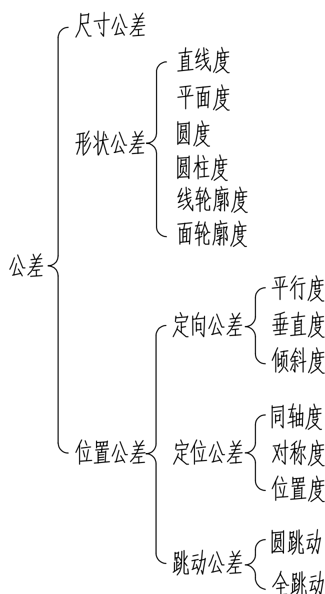


图 8-22　公差分类

国家标准规定，在图样中形位公差（注：在新国标中已改称为几何公差，但由于本软件界面仍为形位公差放，故此处不作更新）一般要用框格代号标注。形位公差框格中，不仅要表达形位公差的特征项目、基准代号和其它符号，还要正确给出公差带的大小、形状等内容。

☑ 形位公差框格由两格或多格组成，框格中的主要内容从左到右按以下次序填写：公差特征项目符号；公差值及有关附加符号；基准符号及有关附加符号。框格的高度应是框格内所书写文字高度的两倍。框格的宽度应是：第一格等于框格的高度；第二格应与标注内容的长度相适应；第三格以后各格须与有关字母的宽度相适应。

☑ 被测要素是指图样上给出了形位公差要求的要素，它是被检测的对象。被测要素的带箭头的指引线将形位公差框格与被测要素相连。当被测要素为中心孔的角度时，框格指引线应与角度尺寸线对齐。

☑ 基准要素是指用来确定被测要素方向或位置的要素。在图样上一般用基准符号标出。

在对图形进行相关标注时，因为空间布局的原因，不可能将各种公差的的形式、要求等等都详细地写在图纸上，这就产生了几何特征项目符号，通过在图上标注相关的几何特征项目符号，使读图者能很快明白该公差是是何种类型的形位公差。

各公差符号的含义如下所示：

☑ 直线度：符号为一短横线（－），是限制实际直线对理想直线变动量的一项指标。它是针对直线发生不直而提出的要求。

☑ 平面度：符号为一平行四边形（▱），是限制实际平面对理想平面变动量的一项指标。它是针对平面发生不平而提出的要求。

☑ 圆度：符号为一圆（○），是限制实际圆对理想圆变动量的一项指标。它是对具有圆柱面（包括圆锥面、球面）的零件，在一正截面（与轴线垂直的面）内的圆形轮廓要求。

☑ 圆柱度：符号为两斜线中间夹一圆（/○/），是限制实际圆柱面对理想圆柱面变动量的

一项指标。它控制了圆柱体横截面和轴截面内的各项形状误差，如圆度、素线直线度、轴线直线度等。圆柱度是圆柱体各项形状误差的综合指标。

☑ 线轮廓度：符号为一上凸的曲线（⌒），是限制实际曲线对理想曲线变动量的一项指标。它是对非圆曲线的形状精度要求。

☑ 平行度：符号为两条倾斜的平行线（∥），用来控制零件上被测要素（平面或直线）相对于基准要素（平面或直线）的方向偏离 0°的要求，即要求被测要素对基准等距。

☑ 垂直度：符号为两条互相垂直的直线（⊥），用来控制零件上被测要素（平面或直线）相对于基准要素（平面或直线）的方向偏离 90°的要求，即要求被测要素对基准成 90°。

☑ 倾斜度：符号为两条呈一夹角的直线（∠），用来控制零件上被测要素（平面或直线）相对于基准要素（平面或直线）的方向偏离某一给定角度（0°～90°）的程度，即要求被测要素对基准成一定角度（除 90°外）。

☑ 同轴度：符号为两个同心圆（◎），用来控制理论上应该同轴的被测轴线与基准轴线的不同轴程度。

☑ 对称度：符号是中间一长横的三条横线（≡），一般用来控制理论上要求共面的被测要素（中心平面、中心线或轴线）与基准要素（中心平面、中心线或轴线）的不重合程度。

☑ 位置度：符号是带互相垂直的两直线的圆（⌖），用来控制被测实际要素相对于其理想位置的变动量，其理想位置由基准和理论正确尺寸确定。

☑ 圆跳动：符号为一带箭头的斜线（↗），圆跳动是被测实际要素绕基准轴线作无轴向移动、回转一周中，由位置固定的指示器在给定方向上测得的最大与最小读数之差。

☑ 全跳动：符号为两带箭头的斜线（⌰），全跳动是被测实际要素绕基准轴线作无轴向移动的连续回转，同时指示器沿理想素线连续移动，由指示器在给定方向上测得的最大与最小读数之差。

2．配合

配合是指基本尺寸相同的、互相结合的孔和轴公差带之间的关系。

它决定结合的松紧程度。孔的尺寸减去相配合轴的尺寸所得的代数差为正时称间隙，为负时称过盈，有时也称过盈为负间隙。

按孔、轴公差带的关系，即间隙、过盈及其变动的特征，配合可以分为 3 种情况，如图 8-23 所示。

☑ 间隙配合：孔的公差带在轴的公差带之上，具有间隙（包括最小间隙等于零）的配合。间隙的作用为贮藏润滑油、补偿各种误差等，其大小影响孔、轴相对运动程度。间隙配合主要用于孔、轴间的活动联系，如滑动轴承与轴的联接。

☑ 过盈配合：孔的公差带在轴的公差带之下，具有过盈（包括最小过盈等于零）的配合。过盈配合中，由于轴的尺寸比孔的尺寸大，故需采用加压或热胀冷缩等办法进行装配。过盈配合主要用于孔轴间不允许有相对运动的紧固联接，如大型齿轮的齿圈与轮毂的联接。

☑ 过渡配合：孔和轴的公差带互相交叠，可能具有间隙、也可能具有过盈的配合（其

间隙和过盈一般都较小)。过渡配合主要用于要求孔轴间有较好的对中性和同轴度且易于拆卸、装配的定位联接，如滚动轴承内径与轴的联接。配合中允许间隙或过盈的变动量称为配合公差。它等于相互配合的孔、轴公差之和，表示配合松紧的允许变动范围。

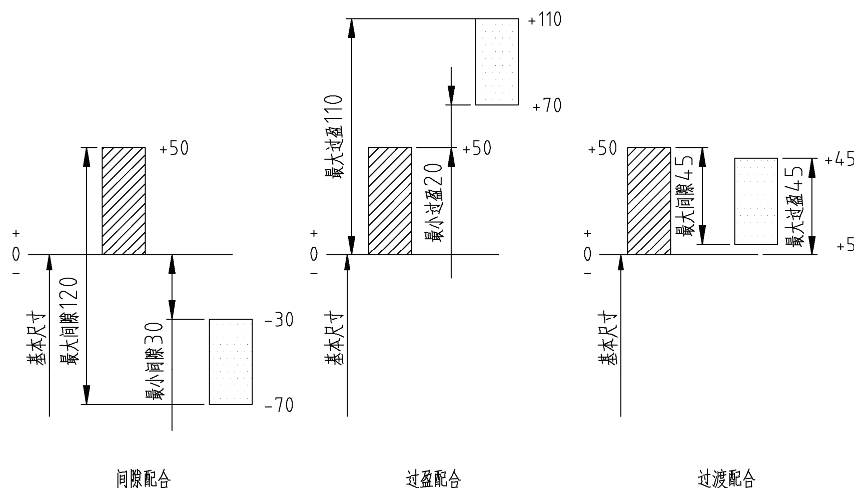


图 8-23　配合分类

在零件的配合中，会产生许多相关的专业术语，这些配合术语通过图形表达出来如图 8-24 所示。

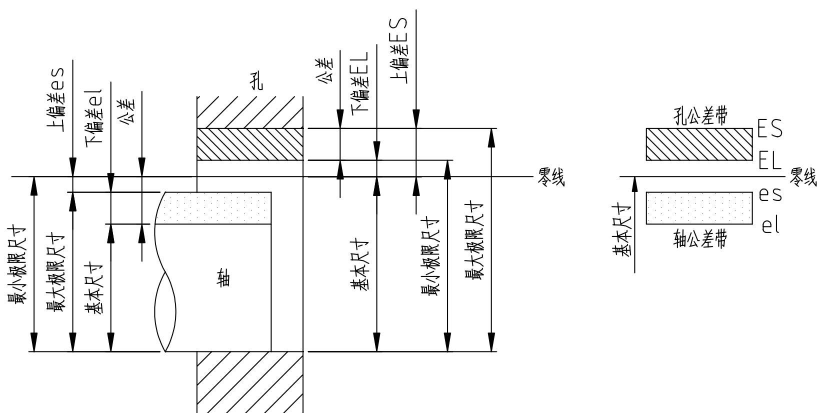


图 8-24　配合的相关尺寸术语

允许间隙或过盈的变动量称为配合公差，其计算公式如下：

☑ 间隙配合：配合公差=最大间隙-最小间隙；

☑ 过盈配合：配合公差=最大过盈-最小过盈；

☑ 过渡配合：配合公差=最大间隙-最大过盈；

☑ 配合公差=轴公差+孔公差。

3．基本偏差

因为任何加工不可能完全达到要求的尺寸，总会有偏差。问题是允许偏差有多大，偏差

可以标注，也可以对加工指定加工精度等级，该精度等级规定允许的偏差称基本偏差，基本偏差是指用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差，一般是指靠近零线的那个偏差。

基本偏差用拉丁字母表示，大写字母代表孔，小写字母代表轴。当公差带在零线上方时，基本偏差为下偏差；当公差带在零线下方时，基本偏差为上偏差。

基本偏差值分为 28 种，分别用字母来表示。其中没有 I、L、O、Q 和 W，而增加 CD、EF、FG、JS、ZA、ZB 和 Ze 七个双子母系列。

在基本偏差系列中，上半部分为孔的公差带，用大写字母表示，在 H 左边均以下偏差为基本偏差；在 P 的右边均以上偏差为基本偏差；JS、J、K、M 和 N 为特殊情况。下半部分为轴的公差带，用小写字母表示，在 h 左边均以上偏差为基本偏差；在 k 的右边均以下偏差为基本偏差；js 和 j 为特殊情况。

常用的配合制有基孔制和基轴制两种，如图 8-25 所示。

☑ 基孔制：基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度。基孔制的孔为基准孔，其下偏差为零，基本偏差代号为 H。

☑ 基轴制：基本偏差为一定的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度。基轴制的轴为基准轴，其上偏差为零，基本偏差代号为 h。

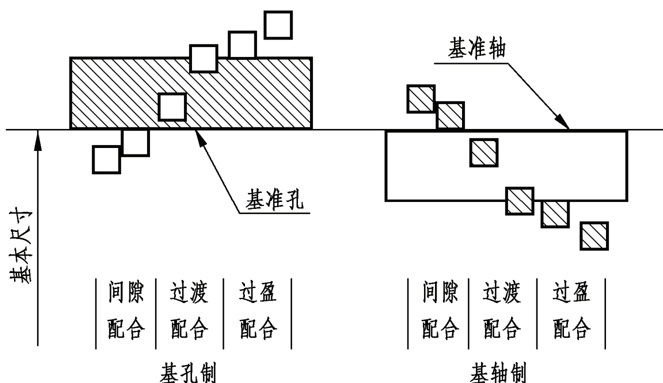


图 8-25　基孔制和基轴制



8.1.11 “形位公差符号”对话框

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，要执行“形位公差符号”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 形位公差符号”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“形位公差符号”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amfcframe”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“形位公差符号”按钮。

执行“形位公差符号”命令后，单击要标注的地方，弹出“形位公差符号 GB”对话框，“形位公差符号 GB”对话框中有两个选项卡，“符号”选项卡和“引线和文字”选项卡。

其中“符号”选项卡中各选项的含义如图 8-26 所示。

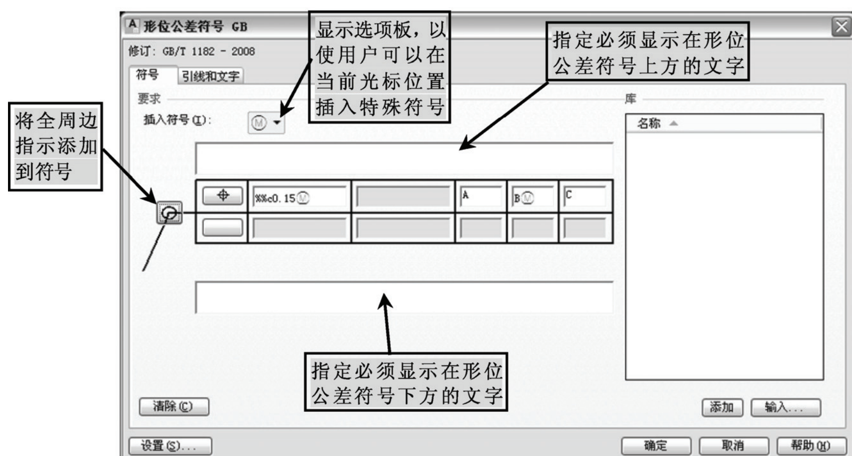


图 8-26 “符号”选项卡

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“形位公差符号设置（GB）”对话框，用户可以为当前绘图标准的形位公差符号编辑默认设置，如图 8-27 所示。

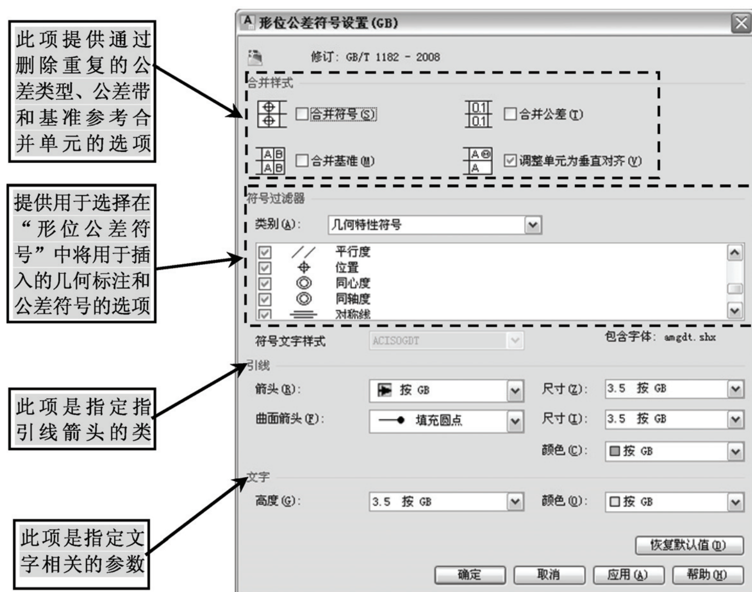


图 8-27 “形位公差符号设置”对话框

在“符号过滤器”选项卡的“类别”中，可以选择“附加符号选项”，其“附加符号选项”的符号与意义如表 8-10 所示。

表 8-10 附加符号选项

符　号	Ⓜ	Ⓔ	Ⓕ	Ⓛ	Ⓟ	Ⓡ	∅
意　义	最大实体要求	包容要求	自由状态条件	最小实体要求	延伸公差带	不考虑特征尺寸	直径
符　号	CZ	LD	MD	PD	LE	NC	ACS
意　义	公共公差带	小径	大径	节圆直径	直线元素	非凸面	任何横截面

单击“引线和文字”选项卡，用户可以为当前绘图标准的形位公差相关的引线和文字进行相关设置，如图 8-28 所示。

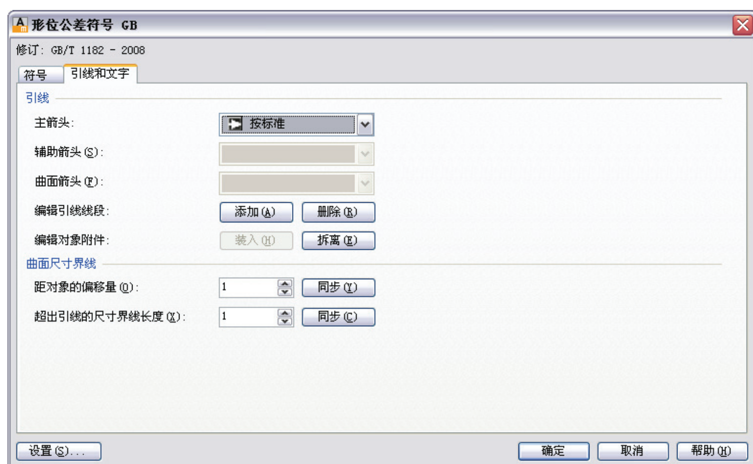


图 8-28 “引线和文字”选项卡

绘制完成后，就会形成一个如图 8-29 所示的形位公差框。

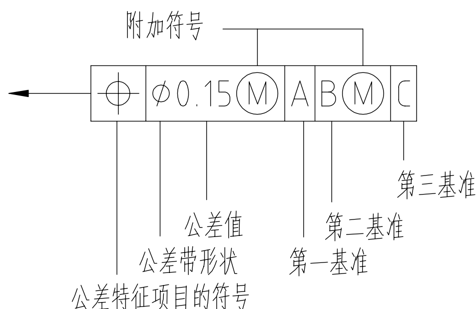


图 8-29 形位公差框

插入形位公差符号的操作如图 8-30 所示。

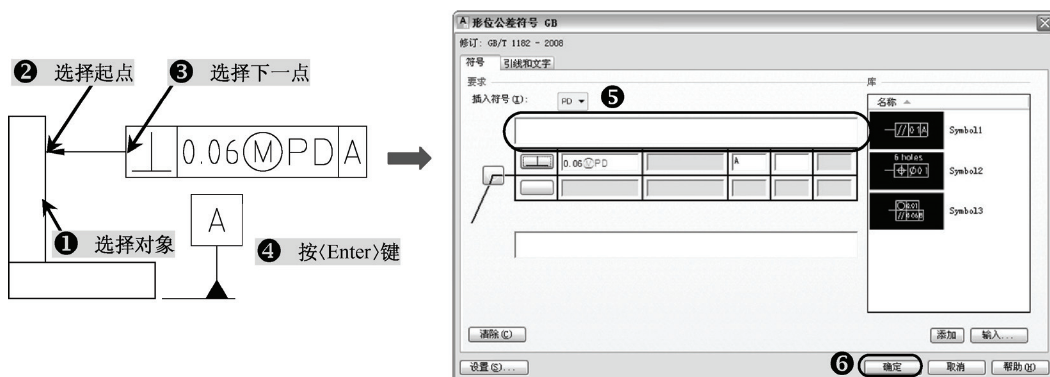


图 8-30 插入形位公差



8.1.12 基准标识符号

基准是零件上用来确定其他点、线、面位置所依据的那些点、线、面。按其功能不同，基准可分为设计基准和工艺基准两大类。

☑ 设计基准：设计基准是设计工作图上所采用的基准。

☑ 工艺基准：工艺基准是加工过程中所采用的基准。

工艺基准又分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准等。

1）工序基准：工序图上用来确定本工序所加工表面加工后的尺寸、形状和位置的基准。工序基准应尽量与设计基准相重合。

2）定位基准：定位基准是在加工中用作定位的基准。定位基准又分为粗基准和精基准。用作定位的表面，如果是没有经过加工的毛胚表面，称为粗基准。若是经过加工的表面，则称为精基准。

3）测量基准：是测量时所采用的基准。

4）装配基准：装配时用以确定零件在机器中位置的基准。

要执行"基准标识符号"命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择"注释 | 符号 | 基准标识符号"命令。

☑ 工具栏：在"符号"工具栏上单击"基准标识符号"按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入"amdatumid"命令。

☑ 面　板：在"注释"选项卡的"符号"面板中，单击"基准标识符号"按钮。

执行"基准标识符号"命令后，单击要标注的地方，弹出"基准标识符号 GB"对话框，"基准标识符号"对话框中有两个选项卡，"符号"选项卡和"引线和文字"选项卡。

其中"符号"选项卡中各选项的含义如图 8-31 所示。

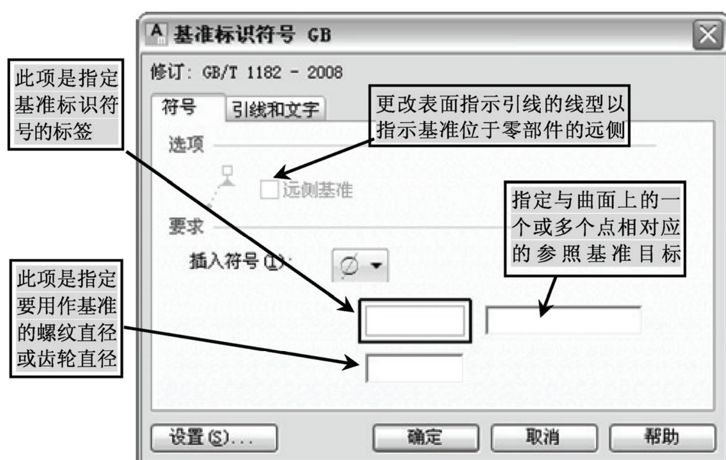


图 8-31 "符号"选项卡

单击左下方的"设置"按钮，将弹出"基准标识和形状识别符号设置（GOST）"对话框，如图 8-32 所示。用户可以为当前绘图标准的基准标识符号编辑默认设置。单击"引线

和文字”选项卡，如图 8-33 所示，用户可以为当前绘图标准的基准标识的相关的引线和文字进行相关设置。



图 8-32 “基准标识和形状识别符号设置（GOST）”对话框



图 8-33 “引线和文字”选项卡

插入基准标识符号的操作步骤如图 8-34 所示。

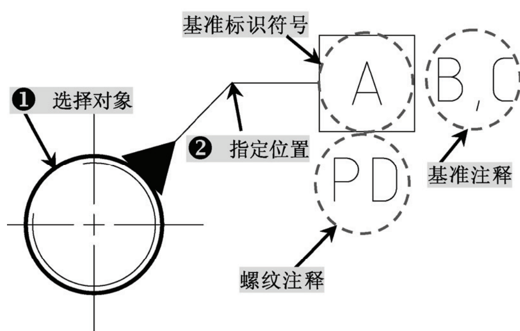




图 8-34 插入基准标识符号



8.1.13 形状识别符号

创建形状识别符号并将其附着到绘图区域的对象中。形状识别符号可标识与工程图中其他位置显示的形位公差符号具有相同值的各个公差带。

要执行“形状标识符号”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | Z 符号 | 形状标识符号”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“形状标识符号”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amfeatid”命令。

☑ 面 板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“形状标识符号”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，形状标识符号只被“BSI”“CSN”和“GOST”三种标准支持。

执行“形状标识符号”命令后，单击要标注的地方，弹出“形状标识符号 GOST”对话框，“形状标识符号 GOST”对话框中有两个选项卡，“符号”选项卡和“引线和文字”选项卡。

“符号”选项卡中各选项的含义如图 8-35 所示。



图 8-35 “符号”选项卡

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“基准标识和形状识别符号设置（BSI）”对话框，如图 8-36 所示，用户可以为当前绘图标准的基准标识和形状识别符号编辑默认设置。单击“引线和文字”选项卡，如图 8-37 所示，用户可以为当前绘图标准的基准标识和形状识别符号的引线和文字进行相关设置。



图 8-36 “基准标识和形状识别符号设置（BSI）”对话框



图 8-37 “引线和文字”选项卡

插入形状识别符号的操作步骤如图 8-38 所示。

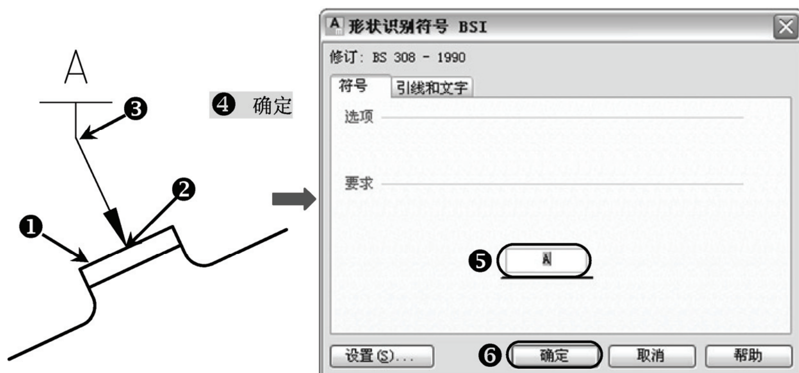


图 8-38 插入形状识别符号





8.1.14 基准目标符号

创建基准目标符号并将其附着到绘图区域的对象中；若要指定实际的数据，可以在工程图上选择并指明。

要执行“基准目标符号”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 基准目标符号”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“基准目标符号”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amdatumtgt”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“基准目标符号”按钮。

执行“基准目标符号”命令后，弹出“终止类型”对话框，如图 8-39 所示，选择其中一种类型，并选择要标注的地方，将弹出“基准目标符号 GB”对话框，“基准目标符号 GB”对话框中有两个选项卡，其中“符号”选项卡各选项的含义如图 8-40 所示。



图 8-39 “终止类型”对话框

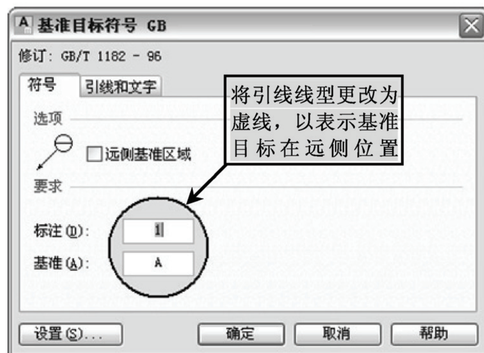


图 8-40 “符号”选项卡

在“终止类型”对话框中，每种终止类型在图中所形成的标志如图 8-41 所示。

在“符号”选项中单击左下方的“设置”按钮，将弹出“基准目标符号设置（GB）”对话框，如图 8-42 所示，用户可以为当前绘图标准的基准目标符号编辑默认设置。

单击“引线和文字”选项卡，如图 8-43 所示，用户可以为当前绘图标准的基准目标符号的引线和文字进行相关设置。

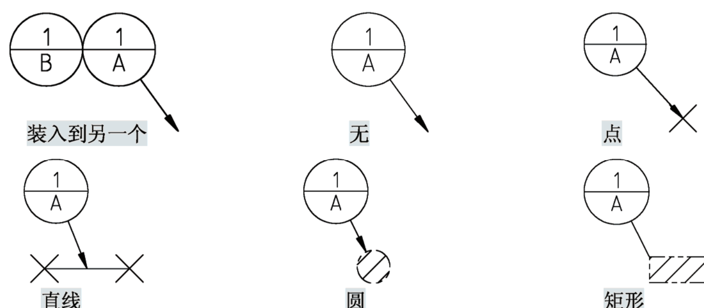


图 8-41　六种终止类型



图 8-42　“基准目标符号设置”对话框

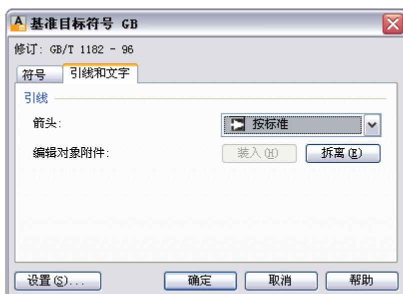


图 8-43　“引线和文字”选项卡

要插入基准目标符号，具体操作步骤如图 8-44 所示。

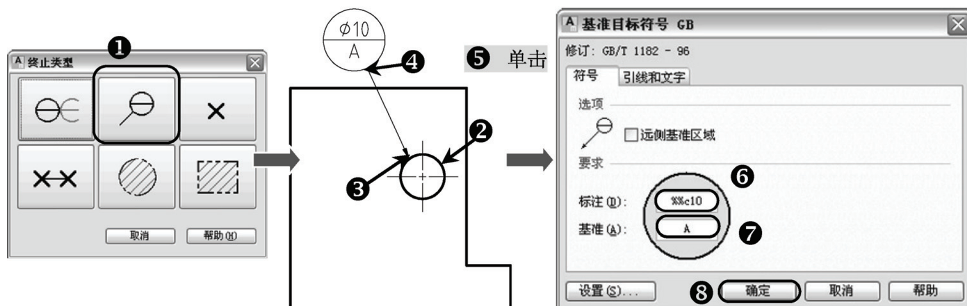


图 8-44　插入基准目标符号

技巧提示　基准目标符号的保存

学习笔记





当保存为 AutoCAD R12 格式时，程序不会在圆形或矩形基准目标中保存填充图案。要解决此问题，需要先将符号分解，再保存为 R12 格式。

8.1.15　边

按照理想的设计要求，机械零件的几何形状是没有任何偏差的，但实际上有许多边的详



细形状需要说明。

AutoCAD Mechanical 为用户提供了创建符合当前绘图标准的边界符号功能，符号可以在工程图中作为独立对象存在，也可以附着到对象中。符号装入到对象后，无论对象何时移动，符号都将随着移动。如果要将已附着到对象的符号附着到另一对象，必须先将其拆离。

要执行“边”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 边”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“边界符号”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amedgesym”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“边界符号”按钮。

执行“边”命令后，单击要标注的地方，弹出“边界符号 GB”对话框，“边界符号 GB”对话框中有两个选项卡，其中“符号”选项卡中各选项的含义如图 8-45 所示。

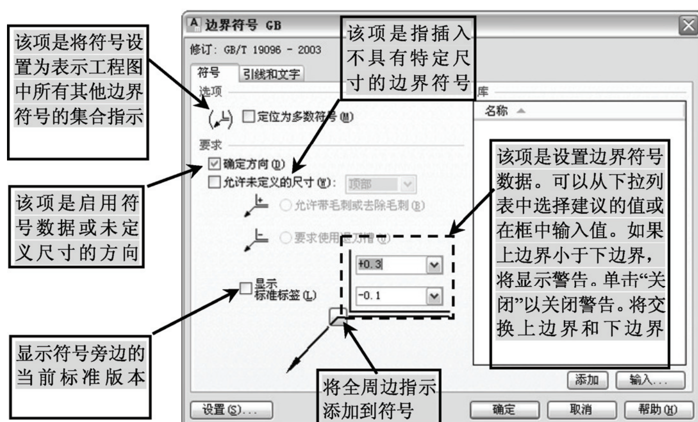


图 8-45 “符号”选项卡

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“边设置（GB）”对话框，如图 8-46 所示，用户可以为当前绘图标准的边界符号编辑默认设置。

单击“引线和文字”选项卡，如图 8-47 所示，用户可以为当前绘图标准的边界符号的引线和文字进行相关设置。



图 8-46 “边设置（GB）”对话框



图 8-47 “引线和文字（GB）”选项卡

插入边符号的操作步骤如图 8-48 所示。

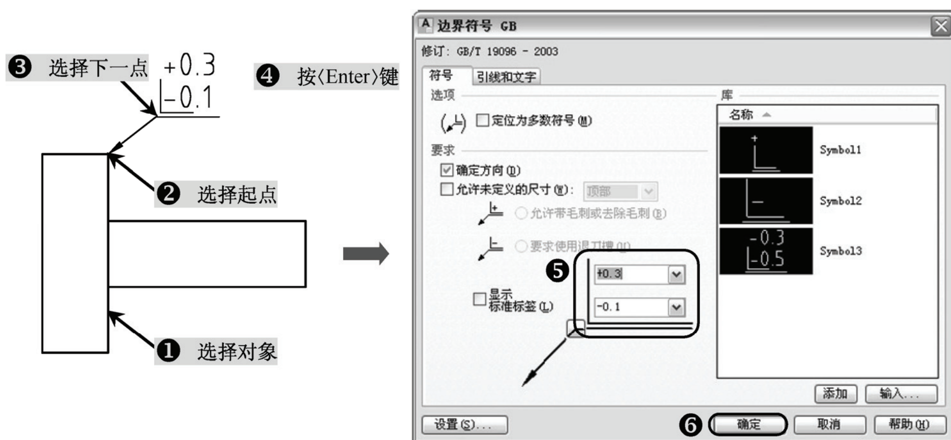


图 8-48　插入边符号



8.1.16　锥度和斜度

锥度是指圆锥的底面直径与锥体高度之比，如果是圆台，则为上、下两底圆的直径差与锥台高度之比值。

斜度是指一直线或一平面对另一直线或一平面的倾斜程度。其大小用他们之间的夹角正切来表示。斜度为 tanα=H/L，习惯上把比例的前项化为 1，写成 1∶n 的形式。标注斜度时，符号方向应与斜度的方向一致。

在 AutoCAD Mechanical 中，系统能够确定用户正在注释的对象是锥度还是斜度，并自动计算斜度/锥度率。执行相关命令后在 AutoCAD Mechanical 提示下执行操作，拾取基线并将符号附着到斜度/锥度对象中。如果未拾取基线，则系统假定用户要手动指定斜度。

拾取要装入到的锥度/斜度对象后，绘图区域会显示符号的预览。移动十字光标时，符号的方位会自动改变。用户可以沿斜度放置带引线的符号（典型情况是锥度符号），也可以放置不带引线的符号（典型情况是斜度符号）。

如果当 AutoCAD Mechanical 提示用户选择基线时，用户选择了有效的基线，则系统会自动将锥度符号的参照线与基线对齐，以使它们彼此平行。如果未拾取基线，则在将符号放置在绘图区域中后，可以手动对齐参照线，并从列表中拾取相应的符号。

要执行“锥度和斜度”命令，用户可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 锥度和斜度”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“锥度和斜度”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtapersym”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“锥度和斜度”按钮。

执行“锥度和斜度”命令后，单击要标注的地方，弹出“锥度和斜度符号 GB”对话框，“锥度和斜度符号 GB”对话框中有两个选项卡，“符号”选项卡和“引线和文字”选项卡。其中“符号”选项卡各选项的含义如图 8-49 所示。



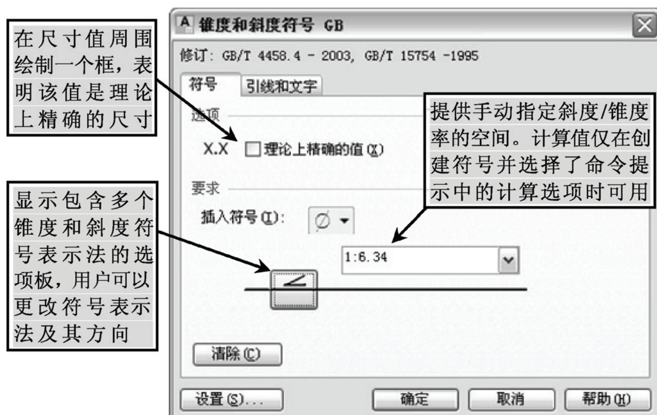


图 8-49 “符号”选项卡

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“锥度和斜度设置（GB）”对话框，如图 8-50 所示。用户可以为当前绘图标准的锥度和斜度符号编辑默认设置。单击“引线和文字”选项卡，如图 8-51 所示，用户可以为当前绘图标准的锥度和斜度符号的引线和文字进行相关设置。



图 8-50 “锥度和斜度设置（GB）”对话框



图 8-51 “引线和文字”选项卡

要插入锥度和斜度符号的操作步骤如图 8-52 所示。

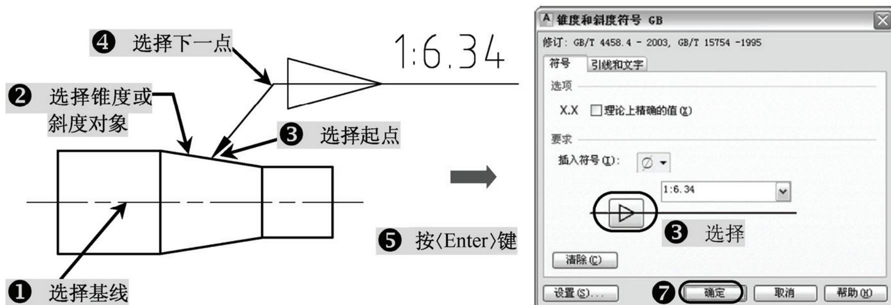


图 8-52 插入锥度或斜度符号

如果除选择锥度/斜度对象之外还选择了基线，则 AutoCAD Mechanical 将测量斜度/锥度率并将该值用作默认标注文字。此外，将基线放置在绘图区域中时，AutoCAD Mechanical 还会确定所附着的对象是锥度还是斜度，从而自动调整符号的方位，并将符号的参照线与基线对齐。

AutoCAD Mechanical 允许用户从下拉列表中拾取特殊字符（例如度数符号），并将其作

为标注文字的一部分插入。用户可以将标注文字作为理论上精确的值来显示。



8.1.17 标记/戳记

当用户选择插入标记或戳记符号时，通过“标记/戳记符号 GOST”对话框用户可以选择标记符号或戳记符号，但无法同时选择两者。在创建符号后，用户无法通过编辑符号来更改符号类型，而是要先删除该符号，然后添加具有正确符号类型的新符号。标记符号为带引线的圆，戳记符号为带引线的三角形，只有当前绘图标准基于“GOST”标准时，此符号才可用。

执行“标记/戳记”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 标记/戳记”命令。

☑ 工具栏：在“符号”工具栏上单击“标记/戳记”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ammarkstamp”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“符号”面板中，单击“标记/戳记”按钮。

执行“标记/戳记”命令后，单击要标注的地方，弹出“标记/戳记符号 GOST”对话框，此对话框中有两个选项卡，“符号”选项卡和“引线和文字”。其中“符号”选项卡中各选项的含义如图 8-53 所示。



图 8-53 “符号”选项卡

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“标记/戳记设置（GOST）”对话框，如图 8-54 所示，用户可以为当前绘图标准的标记/戳记符号编辑默认设置。单击“引线和文字”选项卡，如图 8-55 所示，用户可以为当前绘图标准的标记/戳记符号的引线和文字进行相关设置。

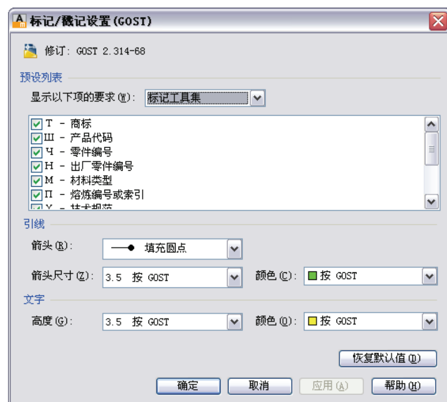


图 8-54 “标记/戳记设置（GOST）”对话框





图 8-55 “引线和文字”选项卡

插入标记/戳记符号的操作步骤为如图 8-56 所示。

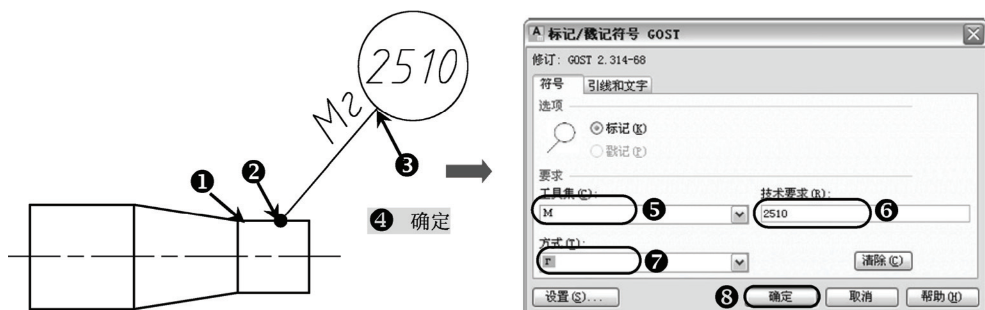


图 8-56 插入标记/戳记符号

8.2 零件参照和BOM表

8 掌握

零件参照是零件上的一个虚拟标记，它用于方便 BOM 表进行零件统计；而 BOM 表是详细记录一个项目所用到的所有材料及相关属性，即母件与所有子件的从属关系、单位、用量及其他属性，在有些系统中称为材料表或配方料表。



8.2.1 零件参照

使用零件参照工作流程时，用户在部件所在的同一工程图文件中绘制零件，然后使用零件参照命令将几何图形标记为零件，这时“BOM 表”将对零件参照进行计数，并在“BOM 表”对话框中将它们作为零件列出。为工程图创建引出序号时，引出序号引线会指向零件参照，使用户可以快速将几何图形与明细栏关联起来。

要执行“零件参照”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 零件参照”命令。

☑ 工具栏：在“BOM 表”工具栏上单击“零件参照”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampartref”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“BOM”面板中，单击“零件参照”按钮。

执行“零件参照”命令（ampartref）后，单击要标注零件的点，随后弹出“零件参照”对话框，输入相关参数后单击“确定”按钮，完成该零件的零件参照，如图 8-57 所示。

```
命令: _ampartref                                      // 执行“零件参照”命令
选择点或 [块(B)/复制(C)/参照(R)]:                      // 选择零件
输入选项 [下一个(N)/接受(A)] <接受(A)>: A              // 接受并输入参数，确定
```

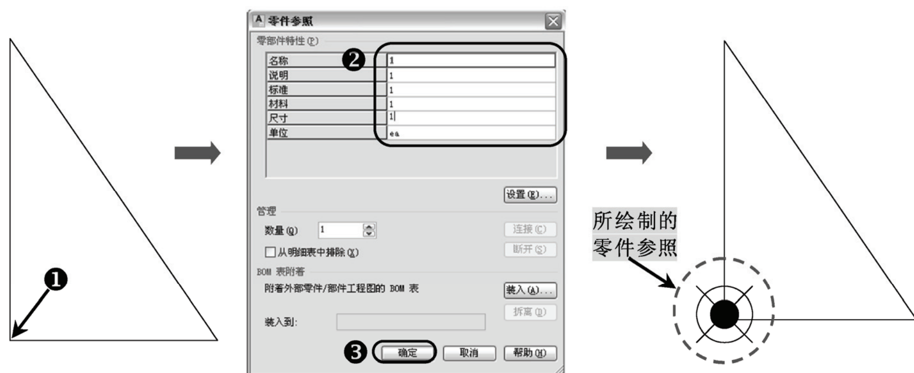


图 8-57　绘制零件参照

“零件参照”命令完成后，查看“BOM 表”可以发现，所绘制的零件参照已经在“BOM 表”中列出，如图 8-58 所示。



图 8-58　BOM 表中的零件参照

选项讲解

零件参照命令行选项

知识要点

☑ 块（B）：创建块的零件参照，将零件参照属性连接到块。如果块具有与零部件特性名称相同的属性，则零件参照会自动将其值输入零部件特性中。

☑ 复制（C）：创建零件参照的完整副本，包括它的数据。新的零件参照将成为新“BOM 表”表项。

☑ 参照（R）：创建零件参照，该零件参照用于将对象标记为已使用某个零件参照标记的零件的其他引用。在“BOM 表”中，新的零件参照会增加原来零件参照的数量，而不是另外添加行。

在“零件参照”对话框中，用于输入在“BOM 表”中零件或部件信息的各选项含义如图 8-59 所示。

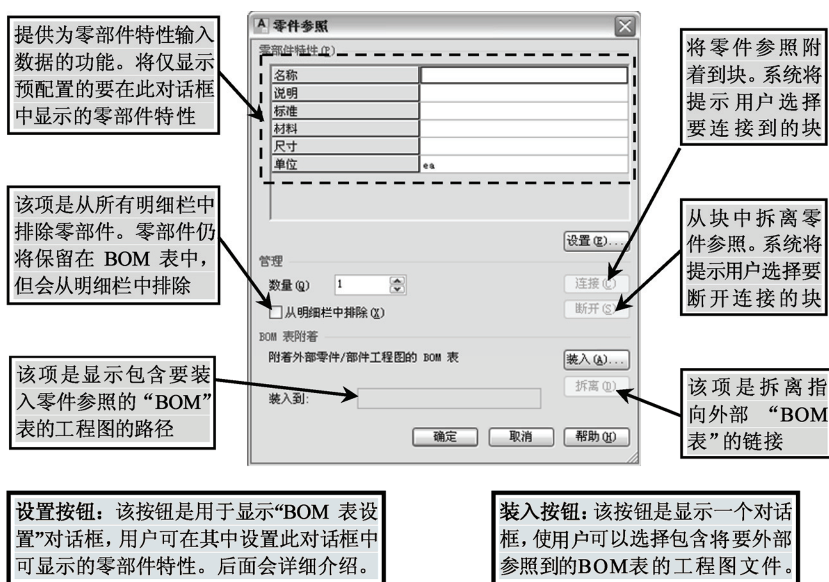


图 8-59 “零件参照”对话框含义



8.2.2 编辑零件参照

编辑零件参照就是可以编辑零部件的特性，也可以编辑工程图的部件特性。当创建零件参照后，“编辑零件参照”命令可以执行以下修改。

☑ 从明细栏中排除零件参照：在某些情况下，用户想要在“BOM 表”中保留某个条目，仅将其从明细栏中排除，则可以使用“编辑零件参照”命令，并选择相关的选项将其从所有明细栏中排除。

☑ 替代零件参照的数量：在某些情况下，用户可能不想显示工程图中部件的所有零件。可以选择绘图区域中相应的零件参照，并替代其数量，以便“BOM 表”反映正确的数量。

☑ 修改零件参照的零部件特性：若要更改由零件参照表示零件的任何零部件特性，可以使用“编辑零件参照”命令执行此操作。所有链接的零件参照（使用“参照”选项创建的零件参照）都会反映所做的更改。

☑ 删除零件参照：可以使用与删除其他任何 Mechanical 对象相同的方法（使用增强删除）删除零件参照。但是，块零件参照在绘图区域中并不可见，因此无法对其使用增强删除功能。若要删除关联的零件参照，可使用“编辑零件参照”命令，并使用对话框中的“分离”选项。

要执行“编辑零件参照”相关命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 编辑零件参照”命令。

☑ 工具栏：在“BOM 表”工具栏上单击“编辑零件参照”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampartrefedit”命令。

☑ 面 板：在“注释”选项卡的“BOM”面板中，单击“编辑”按钮。

执行“编辑零件参照”命令（ampartrefedit）后，单击要编辑的零件参照，弹出“零件参照”对话框，用户可以对当前零件参照进行相关参数编辑。



8.2.3 部件特性

当工程图包含具有几个零件的部件（dwg 文件为部件）时，可以使用部件特性描述部件的特性。当工程图包含单个零件（dwg 文件为零件）时，可以使用部件特性描述零件的特性。

包含的对象必须为输入数据的零部件特性。仅配置为在“零件参照”对话框中显示的零部件特性在此处可见。

要执行“部件特性”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 符号 | 部件特性”命令。

☑ 工具栏：在“BOM 表”工具栏上单击“部件特性”按钮。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“BOM”面板中，单击“部件特性”按钮。

执行“部件特性”命令后，将弹出“部件特性”对话框，在“部件特性”对话框中可以对当前零部件的特性进行编辑，如图 8-60 所示。

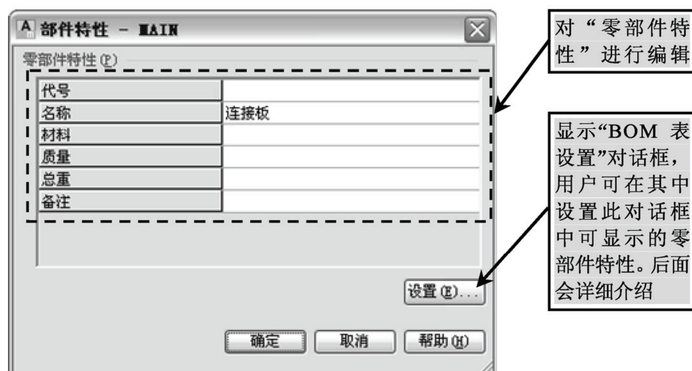


图 8-60 “部件特性”对话框



8.2.4 BOM 表数据库

1．BOM 表

“BOM 表”是包含有关工程图中零件信息的表，可以使用 BOM 表生成明细栏和引出序号。

一个工程图文件可以具有多个“BOM 表”，即主 BOM 表、边框 BOM 表和部件 BOM 表。

☑ 主 BOM 表：“主 BOM 表”包含工程图中所有零件和部件的相关信息。从“主 BOM 表”生成的明细栏包含该工程图中的所有零件和部件。

☑ 边框 BOM 表：“边框 BOM 表”仅包含图形边框内的零件和部件。从“边框

BOM 表”生成的明细栏不包含工程图中其他位置的零件。注意只有使用“AMTITLE”命令创建的图形边框支持“边框 BOM 表”功能。

☑ 部件 BOM 表：如果启用了 Mechanical 结构，则可以为 Mechanical 结构中的任何部件创建“部件 BOM 表”。“部件 BOM 表”包含该部件内所有零件的信息。

创建“BOM 表”后，所有的零件参照、零件以及部件（零部件）将自动包含在该“BOM 表”中。如果之后将更多零件参照或零部件插入到该工程图中，则“BOM 表”将自动进行更新。

由于明细栏和引出序号是从“BOM 表”导出的，因此“BOM 表”必须已经存在才能使用这些功能。如果在创建“BOM 表”之前即开始创建引出序号或明细栏，则系统会自动为用户创建“BOM 表”。如果希望一个工程图中具有多个“BOM 表”，更为简便的方法是先创建“BOM 表”，而不是将“BOM 表”连同引出序号和明细栏一起创建。

2．BOM 表分类

除“主 BOM 表”外，还可以为 Mechanical 结构中的任何部件创建“BOM 表”。“部件 BOM 表”仅包含该部件中包含的零件和子部件。

创建零部件时，将自动向“BOM 表”添加条目。但是，用户可能想要进行以下操作。

☑ 从“BOM 表”中排除零部件：在某些情况下，会将零件和部件包含在工程图中，用以向工程图提供环境。此类零件和零部件不应包括在“BOM 表”中，要将它们从“BOM 表”中排除，可以将其标记为“参照零部件”，这样将从“BOM 表”中自动排除参照零部件。

☑ 从明细栏中排除零部件：在某些情况下，用户想要在“BOM 表”中保留某个条目，而仅将其从明细栏中排除。若要执行此操作，请显示零部件的特性，并选择相关选项，以便将其从所有明细栏中排除。

☑ 替代条目的数量：在某些情况下，用户不想绘制部件中零件的所有引用。在这种情况下，可选择该零件并替代其数量，这样“BOM 表”将显示属于部件的实际零件数，而不是在绘图区域中绘制的零件数。

☑ 设置或修改零部件的零部件特性：创建新的 Mechanical 结构零部件时，“BOM 表”将仅捕获零部件的名称。用户可以手动设置其他零部件特性。在为零部件的某个引用指定特性后，所有的引用都将自动更新。只要将此零部件的新引用放置在模型空间中，新的引用就会自动包含用户输入的信息。

3．BOM 表的执行方法

要执行“BOM 表数据库”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释｜BOM 表数据库”命令。

☑ 工具栏：在“BOM 表”工具栏上单击“BOM 表”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ambom”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“BOM”面板中，单击“BOM 表”按钮。

执行“BOM 表数据库”命令（ambom），选择“Main”选项，创建“BOM 表”，将弹出“BOM 表”对话框，如图 8-61 所示，同时在命令行中将显示如下提示信息。

命令: AMBOM // 执行 BOM 表命令
当前 BOM 表 = NULL
指定要创建或设为当前的 BOM 表 [Main/?] <MAIN>: M // 选择 Main 选项

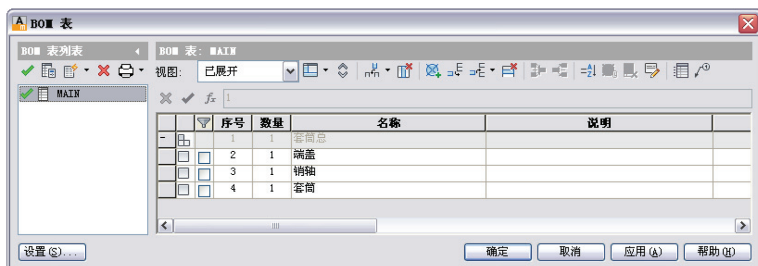


图 8-61 BOM 表

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“BOM 表设置”对话框，用户可以为当前“BOM 表”编辑默认设置，如图 8-62 所示。



图 8-62 “BOM 表设置”对话框

4. BOM 表的编辑

创建“BOM 表”后，如果要对“BOM 表”进行编辑，可以从“BOM 表”对话框中编辑“BOM 表”数据。

☑ 对“BOM 表”进行排序 ：可以对整个“BOM 表”进行排序，也可以仅对选定的行进行排序。用户最多可以提供三种排序规则，如图 8-63 所示。



图 8-63 “BOM 表”的三种排序规则

☑ 更改序号和增量值：在“BOM 表”中，每个条目都会基于零件的创建顺序获得一个序号。用户可能需要更改自动指定的序号。可以更改单个条目的序号或若干行条目的序号，也可以对整个“BOM 表”进行重新编号以反映特定的排序顺序。

☑ 更改同一列中多个单元格的值：用户可以按住〈Shift〉键并单击，以便在列中选择一定范围的单元格，并且使用“设置值”工具栏按钮更改它们的值。

☑ 手动添加 “BOM 表”条目：在某些情况下，用户可能要使“BOM 表”包含工程图中没有显示的条目。在这种情况下，可以向“BOM 表”手动添加行。

☑ 手动删除“BOM 表”条目：在某些情况下，用户可能要删除“BOM 表”的某些条目。在这种情况下，可以在“BOM 表”中手动删除行。

☑ 在单元格中输入或编辑公式：在仅需要对某一个零件的值进行四舍五入的情况下，在“BOM 表”对话框中编辑公式的功能将非常有用。可以直接在公式栏上编辑公式，也可以调用表达式生成器，系统可辅助用户在生成公式的环境中创建公式。

☑ 从明细栏中排除零件：在某些情况下，用户可能需要从明细栏中临时删除零件或部件。在这种情况下，如果用户以后要将条目重新引入，则将其从“BOM 表”中删除没有任何意义。从明细栏中排除的“BOM 表”条目将从所有明细栏中删除，但仍将保留在“BOM 表”中。

☑ 从“BOM 表”中排除零件：在某些情况下，用户可能需要从“BOM 表”删除条目，此类条目通常是已包含在工程图中用以提供环境的零件和部件中。如果使用 Mechanical 结构，则可以将此类零件设置为“参照零部件”，并且将从所有的“BOM 表”中删除这些零件。如果未使用 Mechanical 结构，则可以删除相应的零件参照。也可以使用“删除”工具栏按钮删除“BOM 表”条目。在这种情况下，将仅从当前“BOM 表”中删除条目，但是该条目将继续保留在其他“BOM 表”中。

☑ 合并行：有时，标有相同零件参照的零件在“BOM 表”中显示为两个单独的零件。用户可以手动合并这些行。系统将对要合并的行进行验证，以防止合并两个不同的零件（所包含数据不相同的零件参照）。也可以拆分已合并的行。

☑ 添加零件：有时，用户想要将位于图形边框以外的零件参照包括在边框“BOM 表”内，或者想要添加以前删除的零件参照。此时，通过在“BOM 表”对话框的工具栏上单击按钮并拾取零件参照，可以手动将零件参照包括在内。

☑ 删除“BOM 表”：删除“BOM 表”时，也将删除从中导出的所有明细栏和引出序号。尽管已删除“BOM 表”，但可以重新创建。“BOM 表”将从工程图中拾取所有相应的零件和部件信息，并自动进行填充。但是，如果向已删除的“BOM 表”中手动添加了“BOM 表”条目，则必须重新添加这些条目。

☑ 重命名“BOM 表”：“边框 BOM 表”被命名为“BORDER”，后面跟数字。用户可以将其更改为更直观的名称以便快速识别“BOM 表”。即使在使用 Mechanical 结构时也可以选择对“BOM 表”进行重命名。例如，重命名零部件或注释视图时，可以重命名“BOM 表”以与其相匹配。



8.2.5 明细栏

1．明细栏执行方法

创建明细栏并将其放置在绘图区域中。要执行“明细栏”命令，可以通过以下几种

方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 明细栏”命令。

☑ 工具栏：在“BOM 表”工具栏上单击“明细栏”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ampartlist”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“图纸”面板中，单击“明细栏”按钮。

执行“明细栏”命令后，可以选择明细栏基于的“BOM 表”。可以在“明细栏”对话框中选择更多选项，“明细栏”对话框在将明细栏放置在绘图区域之前显示，如图 8-64 所示，同时在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: _ampartlist                                          // 执行“明细栏”命令
选择边框/注释视图或指定要创建/使用的 BOM 表 [Main/?]  <MAIN>: M
                                                           // 执行“Main”选项
当前 BOM 表 = MAIN                                         // 提示当前 BOM 表名称
指定位置:                                                  // 指定 BOM 表放置点
```



图 8-64　明细栏

进行相关设置后所绘制的明细栏如图 8-65 所示。

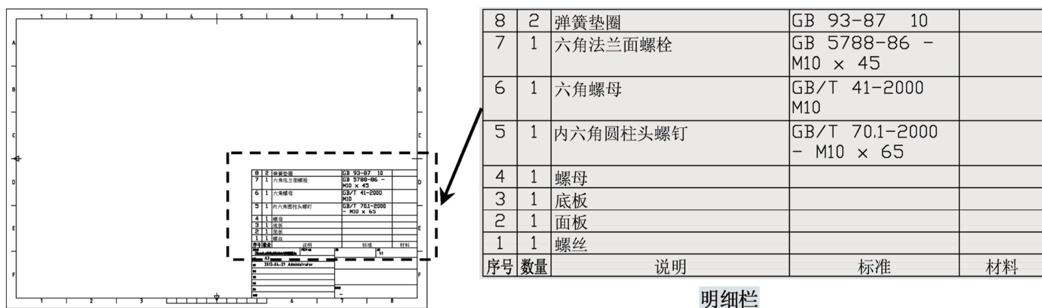


图 8-65　绘制明细栏

2．更改明细栏布局

创建明细栏时，其布局将遵循使用当前绘图标准保存的设置。但在创建明细栏之后，用户即可更改大多数设置。

- ☑ 更改明细栏的样式：创建明细栏时，样式将默认为绘图标准中所设置的样式。创建明细栏之后，即可将其转换为任何样式。可以随时将基于标准的明细栏转换为自定义明细栏，或将自定义明细栏转换为基于标准的明细栏。
- ☑ 添加或删除列：如果有任何零部件特性在 BOM 表中可见，但在明细栏列中不可见，则可以在创建该明细栏后添加它。同样，如果不需要默认情况下所显示的任何列，则可以将其删除。
- ☑ 移动列：在“明细栏”对话框中，可以通过拖放列表头来移动列。
- ☑ 调整列的大小：在绘图区域中，可以通过拖放列夹点来调整列的大小。在绘图区域中选择明细栏时，将显示夹点。
- ☑ 更改表头行的位置：可以指定明细栏插入点的位置。如果插入点在左上方或右上方，则表头行将位于明细栏的顶部。如果插入点在左下方或右下方，则表头行将位于底部。
- ☑ 执行列拆分：列拆分是指当数据行数超出指定的行数值时，明细栏将被拆分。如图 8-66 所示。

图 8-66　列拆分

3．编辑明细栏内容

创建明细栏之后，用户可以编辑“明细栏”中的内容，并进行以下项目的编辑操作。

- ☑ 对明细栏进行排序：可以对整个明细栏进行排序或仅对选定的行进行排序。用户最多可以提供三种排序规则。排序对“BOM 表”没有影响。
- ☑ 更改序号：明细栏中的序号是从相应“BOM 表”中自动获取的。由于某些原因（例如要反映当前排序顺序），用户可能需要更改序号。如有必要，可以更改一行的序号，或仅更改几个选定行的序号，也可以更改整个明细栏的序号。当用户手动编辑

序号时，系统将不会对其进行验证，因此用户应当注意保持序号的唯一性。

☑ 更改同一列中多个单元格的值：用户可能需要更改单个单元格的值或同时更改多个单元格的值。用户可以按住〈Shift〉键并单击，从而在列中选择单元格的范围，并使用“设置值”工具栏按钮同时更改它们的值。如果将通过公式导出单元格值的单元格更改为固定值，则该单元格将停止对工程图中所做的更改进行响应。

☑ 在单元格中输入或编辑公式：在某些情况（例如更改单元的值或仅四舍五入一个零件的值）下，在明细栏中编辑公式的功能非常有用。可以直接在公式栏上编辑公式，也可以调用表达式生成器，然后系统可辅助用户在生成公式的环境中创建公式。

☑ 合并行：有时，标有相同零件参照的零件会在明细栏中显示为两个单独的零件。用户可以手动合并行。系统将对要合并的行进行验证，以防止合并两个不同的零件（所包含数据不相同的零件参照）。也可以拆分已合并的行。

☑ 过滤明细栏：用户可以设置过滤器并限制明细栏中显示的条目数。可以设置自己的自定义过滤器，或从以下预先定义的过滤器中进行选择。

1）已引出序号：过滤出所有未引出序号的条目。

2）标准零件：提供了用于过滤出所有标准零件的选项或过滤出除标准零件外的所有零件的选项。

3）零件：用户手动选择绘图区域中的零部件（要显示在明细栏中）来过滤明细栏。

4）表单：过滤出除与明细栏相同布局中显示的零件外的所有零件。该过滤器仅可用于布局中，不适用于注释视图。

用户在明细栏中添加过滤器时可以添加多个过滤器。用于显示满足所有过滤器规则的零件。

注意事项 关于创建明细栏 学习笔记



由于 Mechanical 结构的关联性，应用到注释视图中明细表的过滤器，将会影响相同零部件的其他注释视图创建的所有明细栏。

8.3 序　号

8 掌握

引出序号是一个几何图形用来标识零件或部件，并使用标签对其进行关联，但仅可以对明细栏中具有相应条目的零件引出序号。引出序号默认设置为显示条目序号，但是可以为引出序号中显示的值（文字）创建公式。



8.3.1 引出序号

1．创建引出序号的执行方法

在具有多个“BOM 表”的工程图中，确保将相应的“BOM 表”设置为当前“BOM



表”非常重要。创建引出序号时，其默认设置是从当前绘图标准中获取的。创建引出序号后，并将其与当前“BOM 表”相链接。

要执行“引出序号”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 引出序号”命令。
☑ 工具栏：在“BOM 表”工具栏上单击“引出序号”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amballoon”命令。
☑ 面　板：在“注释”选项卡的“引出序号”面板中，单击“引出序号”按钮。

执行“引出序号”命令后，单击选择要标注的零件，再单击选择要放置的位置，确定后即可创建序号，如图 8-67 所示。在命令行中将显示如下提示信息：

```
命令: _amballoon                                    // 执行“引出序号”命令
当前 BOM 表 = MAIN                                  // 提示当前 BOM 表名称
选择零件/部件或
[自动(T)/全部自动(A)/设置 BOM 表(B)/合并(C)/箭头插入(I)/手动(M)/单个(O)/重新编号(R)/重新
组织(E)/注释视图(V)]:                               // 选择零部件
输入选项 [下一个(N)/接受(A)] <接受(A)>: A           // 选择“接受”选项
指定下一点:                                         // 指定下一点
指定下一点:                                         // 确定
选择零部件或零件参照:                               // 退出命令
```

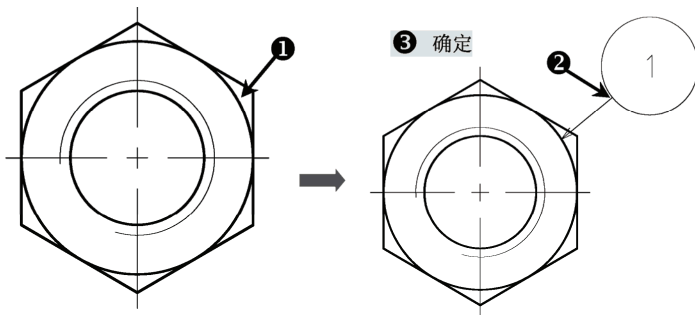


图 8-67　创建引出序号

选项讲解　引出序号命令行相关选项　知识要点

☑ 自动（t）：创建选定零件参照的引出序号。通过此选项，用户可以仅选择尚未创建引出序号的零件参照。如果仅选择一个零件参照，则 AutoCAD Mechanical 将自动跳到“单个”命令行选项。
☑ 全部自动（a）：为所有选定零件参照创建引出序号，包括已装入了引出序号的零件参照。如果仅选择一个零件参照，则 AutoCAD Mechanical 将自动跳到“单个”命令行选项。在“自动”和“全部自动”两个选项中，如果未启用 Mechanical 结构，则引出序号引线将起始于零件参照的中心。如果启用 Mechanical 结构，则引出序号引线将从预览中引出序号引线起点处的零件或部件的边界开始。
☑ 设置 BOM 表（b）：指定“BOM 表”以将其设置为当前“BOM 表”。
☑ 合并（c）：创建选定零件参照的合并引出序号。

☑ 箭头插入（i）：将偏移量添加到引出序号引线的起点以便它们不在零件的边缘上开始。只有在对 Mechanical 结构零部件创建引出序号时，此点才适用。

☑ 手动（m）：创建带有引出序号的零件参照。该选项可将当前“BOM 表”强制更改为对应于放置零件参照边框的“边框 BOM 表”。要使引出序号基于主 BOM 表，则删除此引出序号，并再次将当前“BOM 表”设置为主“BOM 表”并列出零件参照。

☑ 单个（o）：将一个引出序号放置在绘图区域中。与使用“自动”和“全部自动”选项不同，用户必须手动为引出序号引线指定起点。

☑ 重新编号（r）：对引出序号重新编号并更改当前“BOM 表”中选定零件的序号。

☑ 重新组织（e）：可按水平、垂直方向或以指定角度排列引出序号。还可以将引出序号转换为独立引出序号（不带引线的引出序号）。

☑ 注释视图（v）：在注释视图中为零件和部件创建引出序号。在为注释视图创建引出序号时，AutoCAD Mechanical 将自动选择正确的部件“BOM 表”以及要创建引出序号的所有零部件。

用户可以创建单个引出序号或同时创建多个引出序号。对于多个引出序号的情况，可以选择水平对齐、垂直对齐或在任何一条直线方向上对齐引出序号。

默认情况下，引出序号引线以零件参照的中心为起点，或被附着到零部件（零件或部件）。如有必要，可以创建引线起点位于其他位置（不在零件参照或零部件上）的引出序号，如图 8-68 所示。

可以创建引出序号，以便在一条引线下合并多个引出序号。可以选择如何对齐合并引出序号。如果将默认的引出序号样式设置为自定义引出序号，则将在合并的引出序号范围内对其进行连接，如图 8-69 所示。

如果未使用 Mechanical 结构，用户可能会遇到这种情况：需要创建引出序号的对象尚未通过附着零件参照标记为零件，在这种情况下，可以一起创建零件参照和引出序号。

如果使用 Mechanical 结构，则通常在注释视图中对部件进行引出序号。对注释视图进行引出序号时，AutoCAD Mechanical 将会自动选择正确的部件“BOM 表”。引出序号几何图形不属于注释视图定义，如果激活注释视图或从其他工程图外部参照它，则可以看出引出序号不属于该注释视图，如图 8-70 所示。

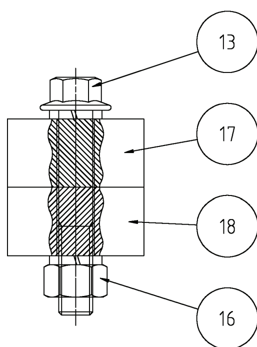


图 8-68　对齐引出序号

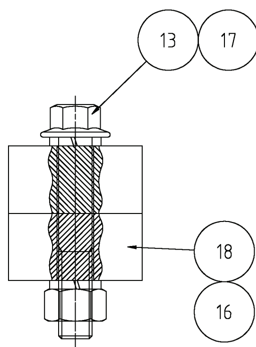


图 8-69　合并多个引出序号

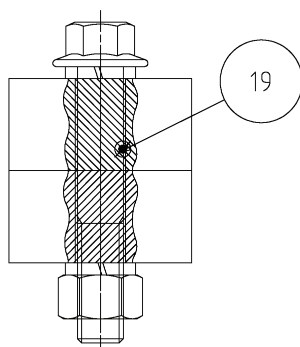


图 8-70　带零件参照的引出序号

2．编辑引出序号

创建引出序号时，引线将遵循当前绘图标准中指定的默认设置。但是，在工程图中，可以选择引出序号并使用其他标准从属箭头来替代默认的箭头设置。

将引出序号引线装入到零部件（零件或部件）后，如果移动零部件，则引出序号也随之移动。如果需要将引线装入到不同的零部件，则必须先将其拆离。系统允许用户将多条引线添加到单个引出序号，用户也可以添加或删除引线线段。如果选择的是内部引线线段，则其所有后续线段也将被删除。系统通过亮显要删除的引线使该部分可见。如果删除所有引线线段，将创建单独的引出序号。

使用自定义引出序号时，可以获得用于替代引线与自定义引出序号连接位置的其他选项。

双击所创建的引出序号，将弹出“引出序号”对话框，用户可以在“引出序号”对话框中对引出序号进行相关设置，如图 8-71 所示。

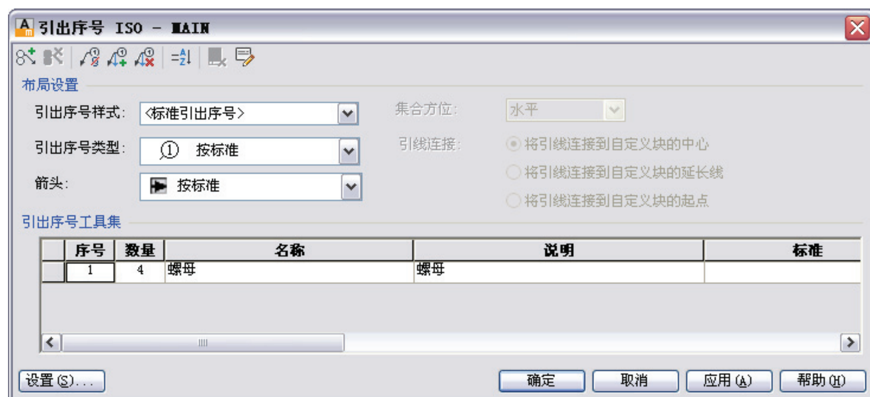


图 8-71 “引出序号”对话框

在“引出序号”对话框中的工具栏上，各种按钮的作用见表 8-11。

表 8-11 工具栏上按钮

图　标	意　义
	合并正在编辑的引出序号引线上的其他引出序号
	删除在“引出序号内容”列表中选择的引出序号
	从附着引出序号的对象中拆离该引出序号
	将引出序号附着到绘图区域中的对象
	将引线或引线线段添加到引出序号
	删除引线或引线线段
	显示“排序”对话框，用于对“引出序号内容”列表中所显示的引出序号进行排序
	从当前选择项中删除替代并恢复它们的默认值
	设置列中一系列单元格的值。所做的更改将写入相应的“BOM 表”

3．修改引出序号类型

如果将默认的引出序号样式设置为基于标准的引出序号，则所创建的引出序号将默认为该标准的引出序号类型。如有必要，可以选择引出序号并使用其他符合标准的引出序号类型来替代该设置。系统支持如图 8-72 所示的几种符合标准的引出序号类型。

用户可以替代引出序号类型，并且可以随时替代引出序号的样式。在工程图中选择任何基于标准的引出序号，并将其转换为自定义引出序号。同样，可以将自定义引出序号转换为基于标准的引出序号。

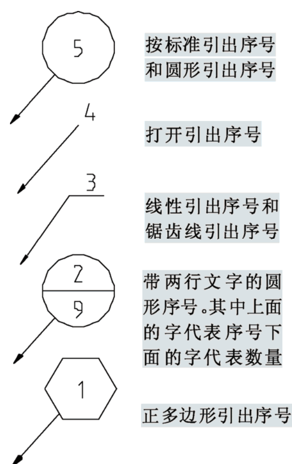


图 8-72 引出序号类型



8.3.2 合并引出序号

“合并引出序号”是“引出序号”命令下面的一个选项。

创建引出序号之后，即可在单条引线上合并多个引出序号。合并引出序号时，用户可以指定对齐方式，也可以在以后再指定对齐方式。合并引出序号后，系统允许用户从集合中逐个删除引出序号。

其操作步骤为：执行“引出序号”命令，选择“合并(C)”选项，选择要合并的引出序号，选择基准序号，然后“确定”即可，如图 8-73 所示。在命令行中将显示如下提示信息：

```
命令: _amballoon                                        // 执行“引出序号”命令
当前 BOM 表 = MAIN
选择零件/部件或
[自动(T)/全部自动(A)/设置 BOM 表(B)/合并(C)/箭头插入(I)/手动(M)/单个(O)/重新编号(R)/重新
组织(E)/注释视图(V)]: C                                  // 执行“合并”命令
选择拾取对象或引出序号: 指定对角点: 找到 4 个
选择拾取对象或引出序号: 找到 1 个 (1 个重复)，总计 4 个    // 选择序号
选择拾取对象或引出序号:
选择引出序号 [新建(N)]:                                   // 选择基准序号
拾取方向:                                                // 确定方向
```

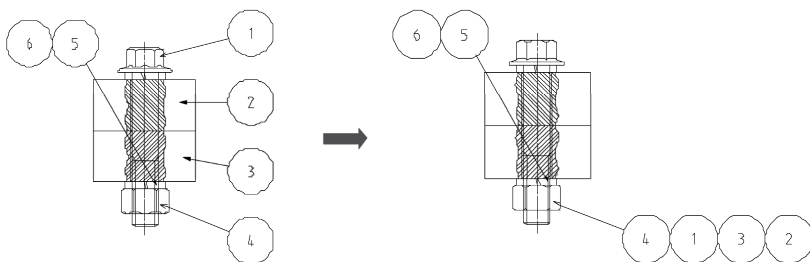


图 8-73 合并引出序号



8.3.3 重编引出序号

“重编引出序号”是“引出序号”命令下面的一个选项，用户可以使用该选项对现有的

引出序号进行重新编号。

其操作步骤为，执行“引出序号”命令，选择“重新编号(R)”选项，输入起始表项号，再输入增量，依次选择引出序号后确定，如图 8-74 所示。其命令行中将显示如下提示信息：

命令: _amballoon　　　　　　　　　　// 执行“引出序号”命令
当前 BOM 表 = MAIN
选择零件/部件或
[自动(T)/全部自动(A)/设置 BOM 表(B)/合并(C)/箭头插入(I)/手动(M)/单个(O)/重新编号(R)/重新组织(E)/注释视图(V)]: **R**　　　　// 选择“重新编号”选项
输入起始表项号: <1>:　　　　　　　　// 输入起始表项号
输入增量: <1>:　　　　　　　　　　// 输入增量
选择引出序号:　　　　　　　　　　// 选择序号

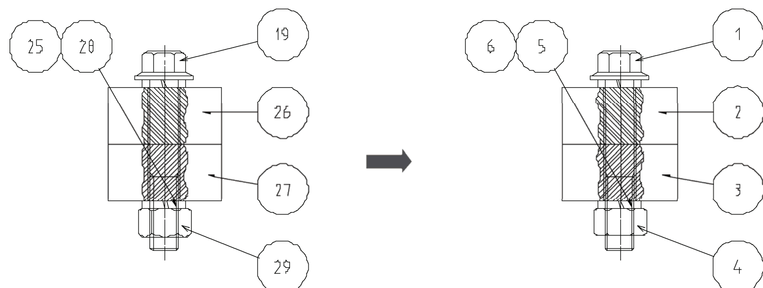


图 8-74　重编引出序号

8.3.4　重新组织引出序号

“重新组织引出序号”是“引出序号”命令下面的一个选项。如果用户标注的引出序号杂乱无章，则可以使用该选项对引出序号进行重新布局。

“重新组织序号”可以在工程图中水平、垂直或以任何一条直线方向对齐引出序号。引出序号的间距遵循当前绘图标准中指定的默认设置。

其操作步骤为，执行“引出序号”命令，选择“重新组织(E)”选项，选择要重新组织的引出序号，再选择要对齐的方式，如图 8-75 所示。在命令行中将显示如下提示信息：

命令: _amballoon　　　　　　　　　　// 执行“引出序号”命令
当前 BOM 表 = MAIN
选择零件/部件或
[自动(T)/全部自动(A)/设置 BOM 表(B)/合并(C)/箭头插入(I)/手动(M)/单个(O)/重新编号(R)/重新组织(E)/注释视图(V)]: **E**　　　　// 选择“重新组织”选项
选择引出序号: 指定对角点: 找到 4 个
选择引出序号: 找到 1 个 (1 个重复)
已过滤 1 个，总计 4 个　　　　　　// 选择要重新组织的序号
选择引出序号:
对齐[角度(A)/独立(S)/水平(H)/垂直(V)]<垂直>:V　　// 选择“垂直”选项放置

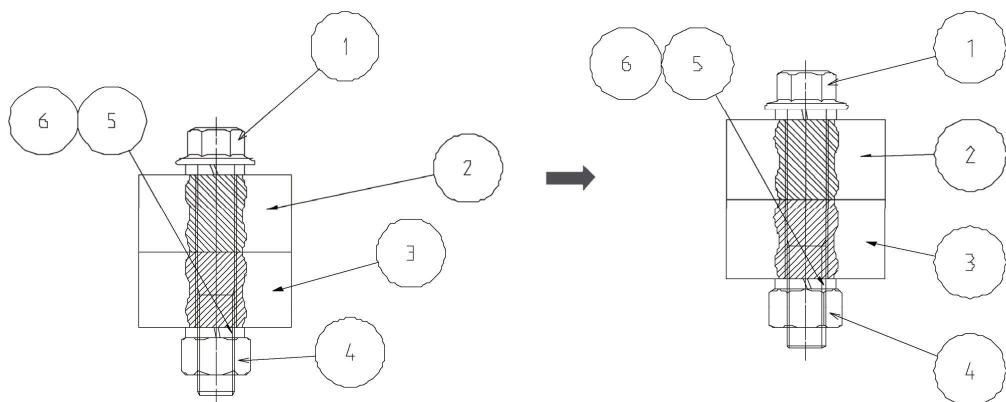


图 8-75　重新组织引出序号

8.4 孔特征图表和配合列表

8 掌握

在一张机械图中如果有很多的孔，且它们的位置尺寸与形状尺寸没有一定的规律可循，同时孔的装配要求也不尽相同，那么，读图者阅读该图时，必然会花费很多时间和精力，并且往往会漏掉一些孔的位置和装配要求，如果阅读者是加工工人，一旦漏加工或加工装配尺寸错误，必定会造成工期延长和零件报废，因此，用孔特征表和配合列表统计这些孔的位置、尺寸和配合公差等特征。



8.4.1 创建孔特征图表

孔特征图表命令是为工件中的孔创建坐标标注，标注这些孔的尺寸并为该工件生成孔特征图表。

当用户选择定义位置所位于的孔和原点时，“孔特征图表”命令可创建孔特征图表。在创建孔特征图表时，将在每个孔的旁边放置孔标签，以便在孔特征图表中独一无二地标识每个孔。如果删除孔，孔特征图表将自动更新。但是，如果绘制新孔，孔特征图表不会自动更新，所以用户必须明确将孔添加到孔特征图表中。

孔标签和孔特征图表的格式由绘图标准控制。在创建孔特征图表之前，配置孔特征图表的绘图标准设置。

要执行“孔特征图表”命令，用户可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 孔特征图表”命令。

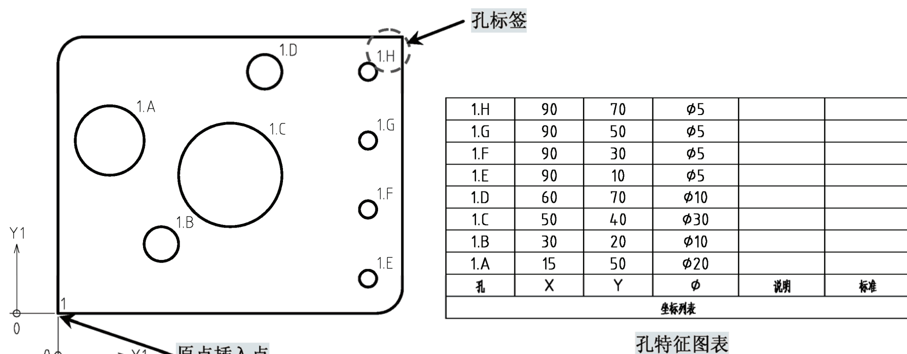
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“孔特征图表”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amholechart”命令。

☑ 面　板：在“注释”选项卡的“图纸”面板中，单击“孔特征图表”按钮。

执行“孔特征图表”命令后，首先指定孔坐标原点，输入坐标旋转角度，再输入坐标原点名称，选择要创建孔特征图表的孔，系统将自动绘制一张“孔特征图表”的表格，然后指定表格放置位置即可，如图 8-76 所示。在命令行中将显示如下提示信息：

```
命令: AMHOLECHART                                   // 执行“孔特征图表”命令
指定原点的插入点 [环形阵列(P)]:                        // 指定插入点
指定旋转角 <0>: 0                                    // 输入旋转角度
原点名称 <1>: Z                                      // 输入原点名称
选择孔或 [块(B)/点(PO)]: 指定对角点: 找到 8 个           // 选择孔
选择孔或 [块(B)/点(PO)]:
指定孔特征图表的插入点 [对话框(D)]:                     // 指定图表插入点位置
```



孔	X	Y	φ	说明	标准
1.H	90	70	φ5		
1.G	90	50	φ5		
1.F	90	30	φ5		
1.E	90	10	φ5		
1.D	60	70	φ10		
1.C	50	40	φ30		
1.B	30	20	φ10		
1.A	15	50	φ20		
坐标列表					

图 8-76　创建孔特征图表

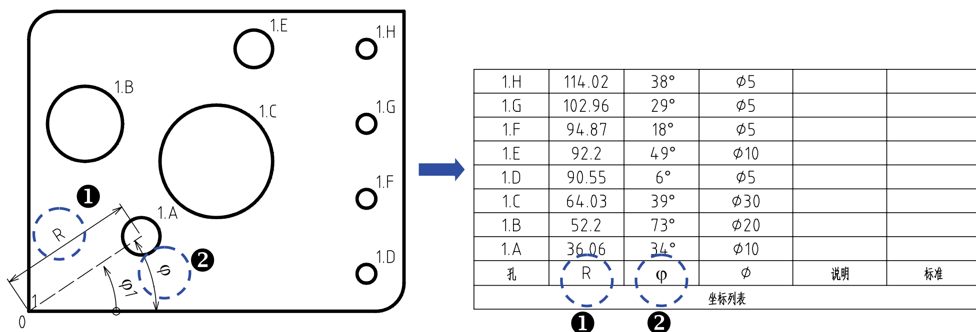
选项讲解

孔特征图表命令行选项

知识要点

- ☑ 环形阵列（p）：以极坐标方式创建孔坐标。
- ☑ 块（b）：在图形中选择块参照。
- ☑ 点（po）：通过该方法，单击选择图形内部区域，则所绘制的边界为围绕该点最小封闭区域边界。
- ☑ 对话框（d）:进入“孔特征图表”对话框。

环形阵列的绘制方法和普通绘制方式的一样，如图 8-77 所示。



孔	R	φ	φ	说明	标准
1.H	114.02	38°	φ5		
1.G	102.96	29°	φ5		
1.F	94.87	18°	φ5		
1.E	92.2	49°	φ10		
1.D	90.55	6°	φ5		
1.C	64.03	39°	φ30		
1.B	52.2	73°	φ20		
1.A	36.06	34°	φ10		
坐标列表					

图 8-77　环形阵列的绘制

用户可以在“孔特征图表”对话框中进行相关的设置，其“孔特征图表”对话框中各选项的含义如图 8-78 所示。



图 8-78 “孔特征图表”对话框

除了孔特征图表，“ANSI 标准”还定义了称为孔表的表格。孔表项为孔特征图表选定的每个唯一大小的孔分配标签，还将列出标签、尺寸以及孔特征图表中具有该尺寸的孔数。当创建孔特征图表时，系统将提示用户在绘图区域中也放置孔表。

其操作步骤为：在进入“孔特征图表”对话框后，单击“显示”下拉菜单，选择“孔表”选项，“孔特征图表”对话框将临时隐藏，提示“孔表”插入点，选择放置点后，自动返回“孔特征图表”对话框，然后单击“确定”按钮，如图 8-79 所示。

2.H	90	70	Ø5		
2.G	90	50	Ø5		
2.F	90	30	Ø5		
2.E	90	10	Ø5		
2.D	60	70	Ø10		
2.C	50	40	Ø30		
2.B	30	20	Ø10		
2.A	15	50	Ø20		
孔	X	Y	Ø	说明	标准
坐标列表					

D	Ø20	1
C	Ø30	1
B	Ø10	2
A	Ø5	4
孔	Ø	数量
孔表		

所创建的孔表

图中尺寸相同的孔在数量上已经自动归纳

图 8-79 绘制“孔表”

单击左下方的“设置”按钮，将弹出“孔特征图表设置”对话框，用户可以为当前绘图标准的孔特征图表编辑默认设置，如图 8-80 所示。

如果用户想把多个“孔特征图表”组合成一个“孔特征图标”，则可以通过创建“嵌套孔特征图表”来组合。嵌套孔特征图表是一个合并表，其中包括属于多个原点的孔。

其操作步骤为：执行“孔特征图表”命令，指定新原点插入点，输入旋转角，输入新原点名称，选择想要组合的坐标原点，再确定，指定新“孔特征图表”的插入点，如图 8-81 所示。

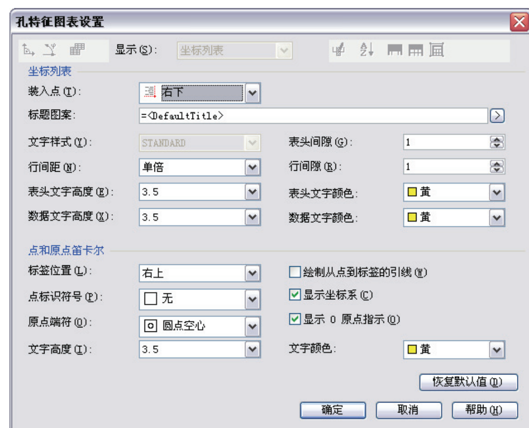


图 8-80 “孔特征图表设置”对话框

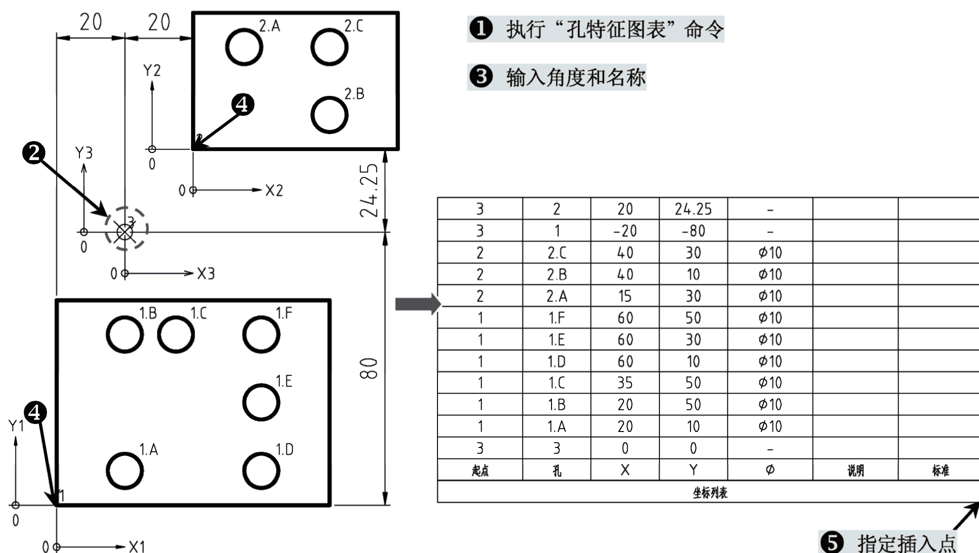


图 8-81 嵌套孔特征图表



8.4.2 配合列表

在有的图样中，设计者按照查表方法查到某些尺寸的公差带，但只在尺寸上标注了偏差值字母，为了方便阅读，可以在图样中绘制一张“配合列表”图表。“配合列表”命令便根据绘图区域中的标注生成配合列表，并将其放置在选定的位置。

要执行“配合列表”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 配合列表”命令。

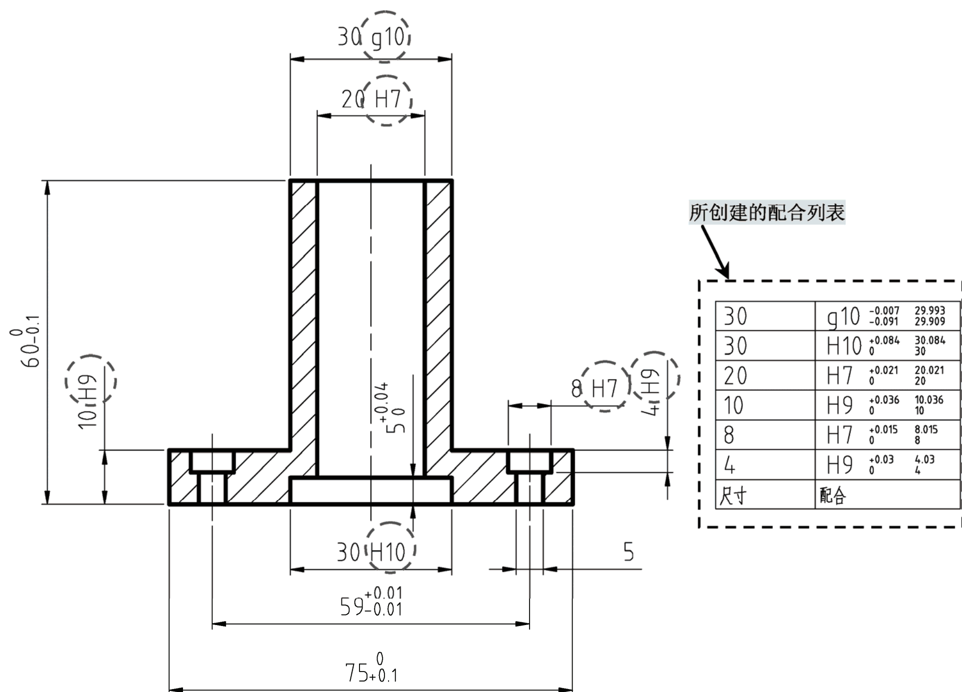
☑ 工具栏：在“标注”工具栏上单击“配合列表”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amfitslist”命令。

☑ 面 板：在“注释”选项卡的“图纸”面板中，单击“配合列表”按钮。

执行“配合列表”命令后，选择“新建(N)”选项，指定“配合列表”的插入点后，将生成一张“配合列表”，并且自动更新图纸中的配合，如图 8-82 所示。在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: _amfitslist                                    // 执行“配合列表”命令
配合列表 [全部更新(U)/排序(O)/新建(N)] <新建(N)>: N   // 选择新建选项
指定插入点:                                          // 指定插入点
```



30	g10 -0.007 -0.091 29.993 29.909
30	H10 +0.084 0 30.084 30
20	H7 +0.021 0 20.021 20
10	H9 +0.036 0 10.036 10
8	H7 +0.015 0 8.015 8
4	H9 +0.03 0 4.03 4
尺寸	配合

图 8-82 创建配合列表

选项讲解

“配合列表”命令行选项

知识要点

☑ 全部更新（u）：当用户将图样中的配合进行更改或添加相关的配合后，则选择此选项用以更新“配合列表”中的配合尺寸。

☑ 排序（o）：为了方便阅读，在创建“配合列表”后，可以按值或配合对配合列表中的内容进行排序。

☑ 新建（n）：用以创建新的配合列表。

技巧提示

边框中的配合

学习笔记



如果在通过“工程图标题栏/边框”命令（amtitle）创建的图形边框中放置配合列表，则系统将只显示该图形边框中的配合。

8.5 工程图标题栏和更改栏

8 掌握

在 AutoCAD Mechanical 软件中，提供了用于在绘图区域中插入图形边框和标题栏的命令。用户可以在设计过程的任何阶段插入图形边框，并指定标题栏属性、图纸格式和比例，也可以指定图形区域的高度和宽度，并让 AutoCAD Mechanical 计算比例。如果已绘制必须位于图形边框内的几何图形和注释，用户可以使用命令行选项进行选择、重新缩放，并在图形边框内将其移动到合适的位置。

默认情况下，图形边框位于文件夹“acadm\gen\dwg\format”中，标题栏位于文件夹“acadm\gen\dwg\title”中。AutoCAD Mechanical 提供了包含图形边框和标题栏的工程图文件，并且这些文件符合其附带的绘图标准。如果需要，用户可以根据需要对其进行自定义。

启用“自动特性管理”后，AutoCAD Mechanical 会自动将图形边框和标题栏放置在为其预留的图层上。默认情况下，该图层命名为“AM_BOR”。用户可以使用“标题栏图层开/关”命令（amlaytiblo）启用此图层。对于要将工程图进行概念打印，以及为工程图仅设置基本比例因子的情况，禁用“AM_BOR”将十分有用。

可以指定标题栏从部件特性或零件参照拾取诸如说明等信息，还可以从称为标准输入文件（*.tit 文件）的特殊格式文本文件中输入关于边框或标题栏的重要信息。



8.5.1 “工程图标题栏/边框”命令

“工程图标题栏/边框”命令是指在图纸中插入具有标题栏的图形边框，也可以使用该命令编辑现有的图形边框，从而设置“标题栏”“图纸格式”以及“缩放”的选项。

要执行“工程图标题栏/边框”命令，可以通过以下 4 种方法。

- ☑ 菜单栏：选择“注释/工程图标题栏和更改栏/工程图标题栏/边框”命令。
- ☑ 工具栏：在“工程图标题栏和更改栏”工具栏上单击“工程图标题栏/边框”按钮。
- ☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtitle”命令。
- ☑ 面　板：在“注释”选项卡的“图纸”面板中，单击“标题边框”按钮。

如果在绘图区域中已包含图形边框，则在绘图过程中对设置进行的更改不会生效。要使最新的设置生效，需要删除现有图形边框并清除所有块，然后调用“工程图标题栏/边框”命令。

执行“工程图标题栏/边框”命令后，将弹出“带标题栏的图形边框”对话框，用户选择相关选项后，单击“确定”按钮，单击选择图框插入点，将弹出“更改标题栏条目”对话框，用户输入相关数据后，单击“确定”按钮，选择要装入图框的图形，将它们移动到图框内，如图 8-83 所示。命令行提示信息如下。

```
命令: AMTITLE                                // 执行“工程图标题栏/边框”命令
正在重生成模型。
指定插入点:                                  // 指定图框插入点
要重新选择中心及重新改变比例的对象:
```

选择对象: 指定对角点: 找到 45 个 // 选择要装入的图形
选择对象:
对象的新位置: // 移动到图框内
正在重生成模型。 // 系统自动重生模型

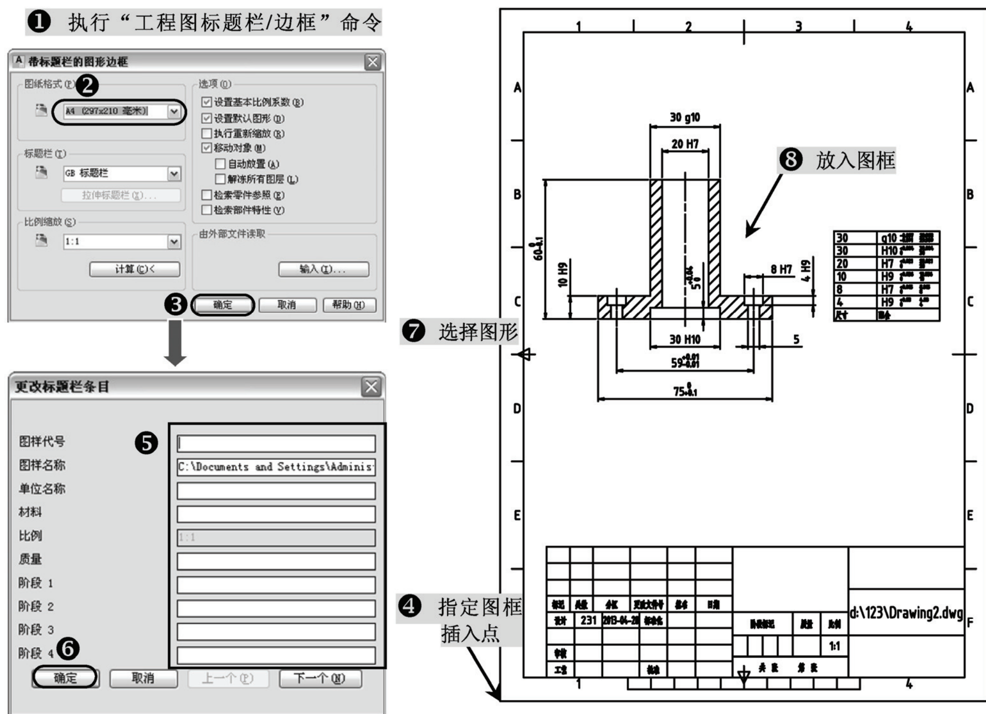


图 8-83 插入工程图标题栏

如果图纸中已经有了一个图框，则执行“工程图标题栏/边框”命令后，将弹出“编辑图形边框栏或标题栏”对话框，用户可以通过“编辑图形边框栏或标题栏”对话框选择新建一个“图形边框/标题栏”或者修改“图形边框/标题栏”。如图 8-84 所示。

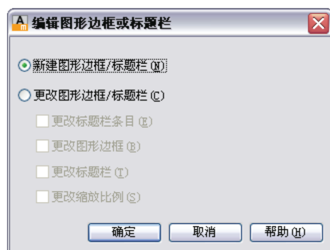


图 8-84 “编辑图形边框栏或标题栏”对话框

注意事项 日期格式

学习笔记



Microsoft Windows 短日期格式可以确定日期格式。要更改现有标题栏的日期格式，请更改 Microsoft Windows 的短日期格式（使用“控制面板”中的“区域和语言设置”小程序更改），然后再次插入标题栏。



8.5.2 在标题栏中插入打印日期

在标题栏中插入打印日期是指在工程图中所有标题栏的右下角插入当前日期。

要执行“在标题栏中插入打印日期”相关命令，用户可以通过以下 3 种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释/工程图标题栏和更改栏/在标题栏中插入打印日期”命令。

☑ 工具栏：在“工程图标栏和更改栏”工具栏上单击“在标题栏中插入打印日期”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amplotdate”命令。

执行“在标题栏中插入打印日期”命令后，图框的右下角将插入当前日期。默认情况下，该命令仅对基于“DIN 标准”的标题栏起作用，如图 8-85 所示。

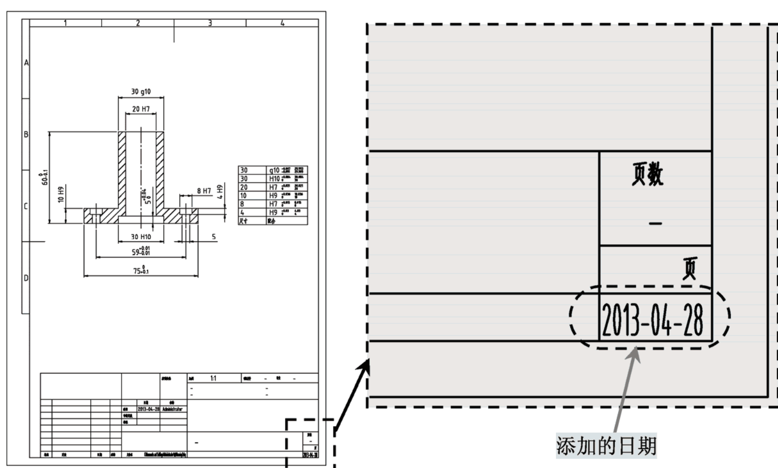


图 8-85 插入当前日期



注意事项 关于插入的日期

学习笔记

- 如果当前的打印日期与插入的打印日期不同，将显示一个消息框，让用户确定是否要更新标题栏中的打印日期。
- 要使非 DIN 标题栏对此命令做出反应，应将 GEN-TITLE-PLOT 标题栏属性插入到该标题栏。
- 要更改现有标题栏的日期格式，则要更改 Windows 的短日期格式（使用“控制面板”中的“区域和语言设置”小程序更改），然后再次插入标题栏。



8.5.3 视口/缩放区域

视口/缩放区域是指在模型空间中创建缩放区域。缩放区域是模型空间中的一个矩形区

域，其缩放比例不同于模型空间的比例，可以使用视口将缩放区域设置为在布局中自动创建视图。

要执行“视口/缩放区域”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“视图｜视口｜视口｜缩放区域”命令。

☑ 工具栏：在“工程图标栏和更改栏”工具栏上单击“视口｜缩放区域”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amscarea”命令。

在执行 “视口｜缩放区域”命令时，将弹出“缩放区域”对话框，在“缩放区域”对话框的“缩放的比例和类型”选项卡中，有“长度缩放”和“文字缩放”两种选项。“缩放类型”可以将模型空间分割为具有不同比例的多个区域。“缩放区域”支持两个独立的缩放方法：“长度缩放”和“文字缩放”。

1．长度缩放

长度缩放可以放大或缩小几何图形，而不改变注释的大小。长度缩放支持用户绘制放大或缩小的模型。当用户对图形、标注和符号进行注释时，需要考虑比例并显示实际尺寸。

执行“视口/缩放区域”命令后，指定对角两点，形成一个封闭的区域，该区域为“缩放区域”，包含要缩放的图形。此时将弹出“缩放区域”对话框，在“缩放的比例和类型”选项卡中选择比例为“1∶2”和“长度缩放”，在“缩放选项”中勾选“执行重新缩放”选项，单击“确定”按钮，选择要缩放的对象，按〈Enter〉键确定即可，如图 8-86 所示。在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: _amscarea                                // 执行“视口/缩放区域“命令
创建缩放区域
定义边框...
指定第一点 或 [圆(C)/对象(O)]:                 // 指定缩放区域第一点
指定第二点:                                    // 指定缩放区域第二点
选择要重新缩放的对象: 指定对角点: 找到 3 个      // 选择要缩放的对象
选择要重新缩放的对象:
已创建缩放区域。                                // 缩放区域完成
```



图 8-86　长度缩放

2．文字缩放

文字缩放可以放大或缩小注释中的文字，而不改变几何图形的大小。文字缩放支持用户

按 1∶1 的比例进行绘制，然后相对于模型放大或缩小注释。但是，在放大或缩小注释后，如果文字高度不符合绘图标准，用户必须在打印或创建视口时进行弥补。

执行“视口丨缩放区域”命令后，指定对角两点，形成一个封闭的区域，该区域为“缩放区域”，包含要缩放的图形。此时将弹出“缩放区域”对话框，在“缩放的比例和类型”选项卡中选择比例为“1∶2”和“文字缩放”，在“缩放选项”中勾选“执行重新缩放”选项，单击“确定”按钮，选择要缩放的对象，按〈Enter〉键确定即可，如图 8-87 所示。在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: _amscarea                                  // 执行“视口/缩放区域“命令
创建缩放区域
定义边框...
指定第一点 或 [圆(C)/对象(O)]:                   // 指定缩放区域第一点
指定第二点:                                      // 指定缩放区域第二点
选择要重新缩放的对象: 指定对角点: 找到 3 个      // 选择要缩放的对象
选择要重新缩放的对象:
已创建缩放区域。                                 // 缩放区域完成
```



图 8-87　文字缩放

缩放区域是模型空间中的一个矩形区域，其缩放比例不同于模型空间的比例。可以使用视口将缩放区域设置为在布局中自动创建视图。

选项讲解　“视口/缩放区域”选项　知识要点

☑ 圆（c）：用户通过该选项绘制一个圆，该圆形成一个封闭的区域，该区域为“缩放区域”。

☑ 对象（o）：用户通过该选项选择某对象图形，该对象图形成一个封闭的区域，该区域为“缩放区域”。

默认情况下，将在 Mechanical 图层“AM_VIEWS”上创建的边框用作缩放区域的框架。缩放区域可以是矩形或圆，用户可以在创建缩放区域时定义。用户也可以将现有的任何

闭合轮廓转换为缩放区域，此时轮廓将变为缩放区域的边框。



8.5.4 更改栏开/关

“更改栏 开/关”命令用于打开或者关闭标题栏中的更改栏。

启用更改时，AutoCAD Mechanical 将跟踪工程图中插入的外部参照块的日期。如果 AutoCAD Mechanical 检测到外部参照中的更改，则系统将提示用户进行确认，并将更改栏添加到更改列表中。如果不存在更改列表，则系统将创建一个更改列表，并提示用户将其放置在绘图区域中。

通常，在更改工程图后激活该命令。第一次启动该命令时，就会在工程图中插入带有表头的块。

要执行“更改栏 开/关”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 工程图标题栏和更改栏 | 更改栏 开/关”命令。
☑ 工具栏：在“工程图标栏和更改栏”工具栏上单击“更改栏 开/关”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amrev”命令。



8.5.5 增加一个更改栏

更改栏是修订表中的一部分，修订表是一个带有更改栏的图块。用户可以将修订表插入到工程图中的任意位置或插入到标题栏中。修订表依赖于标准，且每个修订表允许从顶端插入到底端，或从底端插入到顶端。用户也可以使用“amoptions”命令改变修订表的插入点。

当用户完成了部件图的设计工作后，就可以激活修订表命令。

可以从装配图中插入多个详图。如果用户尚未更改任何外部参照块，则可能显示为未进行任何更改。然而实际上，修订表命令已在有规律地检查块的日期。

使用该命令可以手动将更改栏添加到更改列表中。如果不存在更改列表，系统将创建一个更改列表并提示用户将其放置在绘图区域中。

如果至少插入一个图形边框/标题栏，则选择包含对象的图形边框。否则将立即显示“编辑更改栏属性”对话框。用户可以更改或添加编号、日期、更改栏说明、名称和 DWG 名称等条目。

要执行“增加一更改栏”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 工程图标题栏和更改栏 | 增加一更改栏”命令。
☑ 工具栏：在“工程图标栏和更改栏”工具栏上单击“增加一更改栏”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amrevline”命令。

执行“增加一更改栏”命令后，单击要添加的更改栏图框，将弹出“编辑更改栏属性”对话框，用户可以在“编辑更改栏属性”对话框中输入相关的数据，单击“确定”按钮，单击选择更改栏插入点，更改栏插入完成，如图 8-88 所示。

001	2013-05-31 SC	1 1	SC
#	日期	版本	更改者

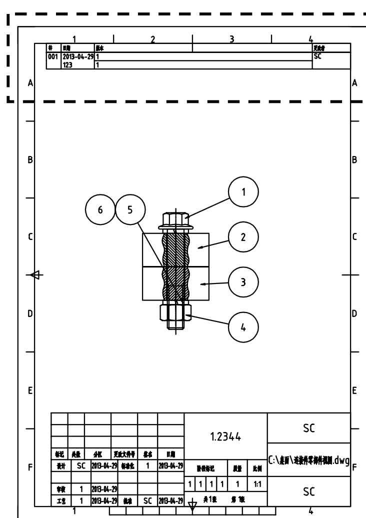


图 8-88　插入更改栏

注意事项　关于更改栏

学习笔记



- 如果关闭局部视图然后再次打开部件图，则程序将提示用户插入一条更改栏。
- 如果“更改栏”命令设置成关（这是默认设置），则所做的更改将再次更新。这是设计阶段中的一般情形。
- 如果更改栏选项设置成开，上一次更改的日期将与当前日期进行比较。如果存在多个外部参照，则所有日期均将被细查。如果更改了一个或多个外部参照，列表会相应地更新。
- AutoCAD Mechanical 将保存外部参照及其注释。修订表将更新，并且根据外部参照变化数目的不同，修订表也做相应更改。
- 这显示了是否有大量的外部参照已经被更改，或者是否一个外部参照已经历几次更改，等等。



8.5.6　更新更改栏

“更新更改栏”命令用于对已经插入好的更改栏进行更新。

要执行“更新更改栏”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“注释 | 工程图标题栏和更改栏 | 更新更改栏”命令。

☑ 工具栏：在“工程图标栏和更改栏”工具栏上单击“更新更改栏”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amrevupdate”命令。



8.5.7 其他常用功能

为了方便用户在对视口进行操作时，AutoCAD Mechanical 提供了以下几个功能用于视口编辑。“自动创建视口”命令（amvportauto）、“缩放所有视口”命令（amvpzoomall）和“缩放监控器”命令（amscmonitor）。

可以在“工程图标栏和更改栏”工具栏上单击相关的按钮进行选择。

1．自动创建视口

为与视口不关联的所有缩放区域创建视口。

2．缩放所有视口

将所有视口重置为默认比例因子。

3．缩放监控器

显示缩放区域或视口的比例。执行该命令后，将显示“缩放监控器”对话框。将鼠标移动到缩放的区域上，“缩放监控器”对话框中将显示当前缩放区域的相关参数。此对话框将显示用户在绘图区域中单击的任意点的比例。如图 8-89 所示。



图 8-89　缩放监控器

一学即会　活动件孔特征及图框的创建

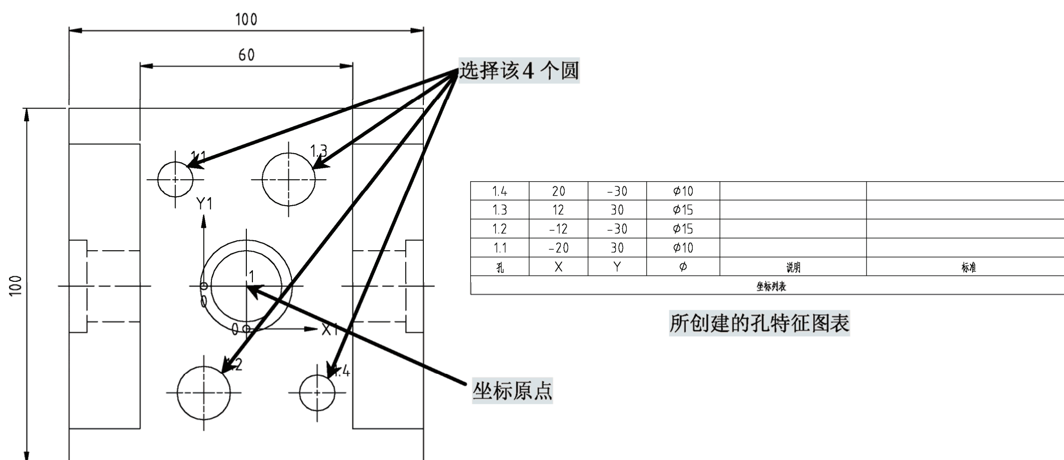
视频：孔特征及图框的创建.avi
案例：活动件.dwg
8 练习

本例中首先通过建立孔特征表和配合列表来完成对孔的统计；然后再对活动件进行形位公差标注；最后再插入适合的图框，并填写标题栏和明细栏中的相关数据；从而完成一张图样的绘制。其操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\08\活动件素材-GB.dwg”文件；再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\08\活动件-GB.dwg”文件。

2）执行“孔特征图表”命令（amholechart）后，单击“主视图”中直径为 26 的圆的圆心为坐标原点，指定坐标旋转角度，输入坐标原点名称，选择要创建孔特征图表的孔（两个直径 10 和两个直径 15 的圆），将自动绘制一张“孔特征图表”的表格，将“孔特征图表”放置于右下方，如图 8-90 所示。

3）双击“孔特征图表”，弹出“孔特征图表”对话框，单击“显示”下拉菜单，选择“孔表”选项，创建“孔表”，放置于“孔特征图表”上，如图 8-91 所示。



1.4	20	-30	ϕ10		
1.3	12	30	ϕ15		
1.2	-12	-30	ϕ15		
1.1	-20	30	ϕ10		
孔	X	Y	ϕ	说明	标准
坐标列表					

图 8-90　绘制孔特征图表

B	ϕ10	2
A	ϕ15	2
孔	ϕ	数量
孔表		

1.4	20	-30	ϕ10		
1.3	12	30	ϕ15		
1.2	-12	-30	ϕ15		
1.1	-20	30	ϕ10		
孔	X	Y	ϕ	说明	标准
坐标列表					

图 8-91　绘制孔表

4）执行“配合列表”命令（amfitslist）后，选择“新建”选项，将“配合列表”插入到“孔表上”，如图 8-92 所示。

尺寸	配合	
B	ϕ10	2
A	ϕ15	2
孔	ϕ	数量
孔表		

图 8-92　绘制配合列表

5）对“主视图”中相关尺寸标注公差配合。“主视图”中 100h7，60H7，如图 8-93 所示。

6）对“左视图”中相关尺寸标注公差配合。“左视图”中Φ10H8，80h8，30+0.03 -0.03，如图 8-94 所示。

7）对“俯视图”中相关尺寸标注公差配合。“俯视图”中 3-5G9，2-20h7，3-Φ20h6，3-26H7。如图 8-95 所示。标注完成后，“配合列表”将自动更新相关配合的公差，如图 8-96 所示。

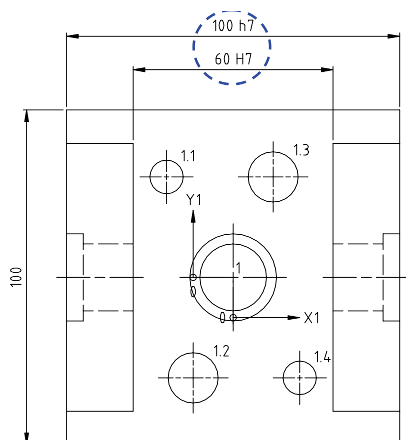


图 8-93 “主视图”标注公差配合

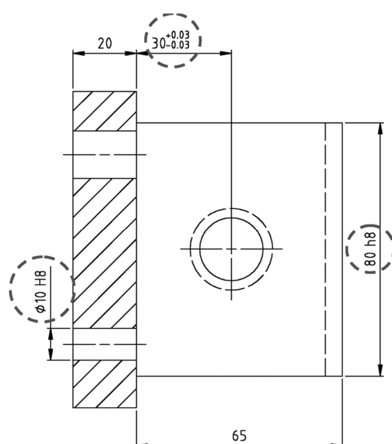


图 8-94 “左视图”标注公差配合

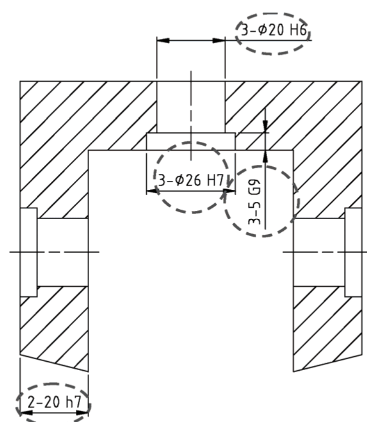


图 8-95 “俯视图”标注公差配合

100	h7	0 -0.035	100 99.965
80	h8	0 -0.046	80 79.954
60	H7	+0.03 0	60.03 60
φ26	H7	+0.021 0	26.021 26
20	h7	0 -0.021	20 19.979
φ20	H6	+0.013 0	20.013 20
φ10	H8	+0.022 0	10.022 10
5	G9	+0.034 +0.004	5.034 5.004
尺寸	配合		

图 8-96 更新“孔配合列表”

8）在“俯视图”和“左视图”中进行斜度、粗糙度标注和基准符号标注，如图 8-97 所示。

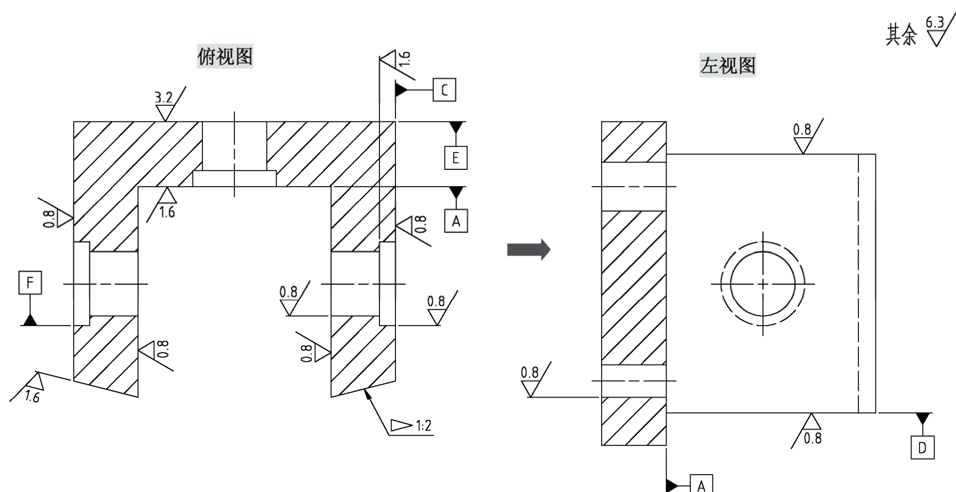


图 8-97 “左视图”和“俯视图”进行粗糙度等标注

9）在“主视图”和“左视图”中进行形位公差符号标注，如图 8-98 所示。

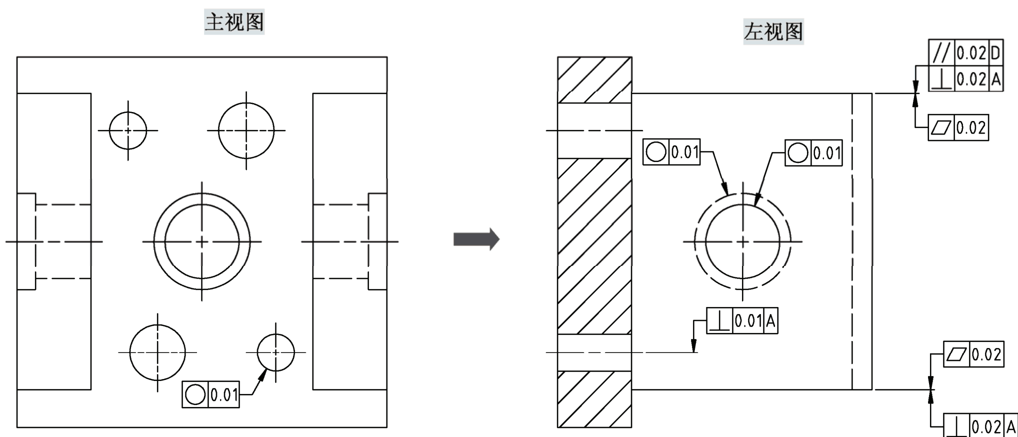


图 8-98 “主视图”和“左视图”形位公差标注

10）在“俯视图”中进行形位公差符号标注，如图 8-99 所示；图形的最终标注如图 8-100 所示。

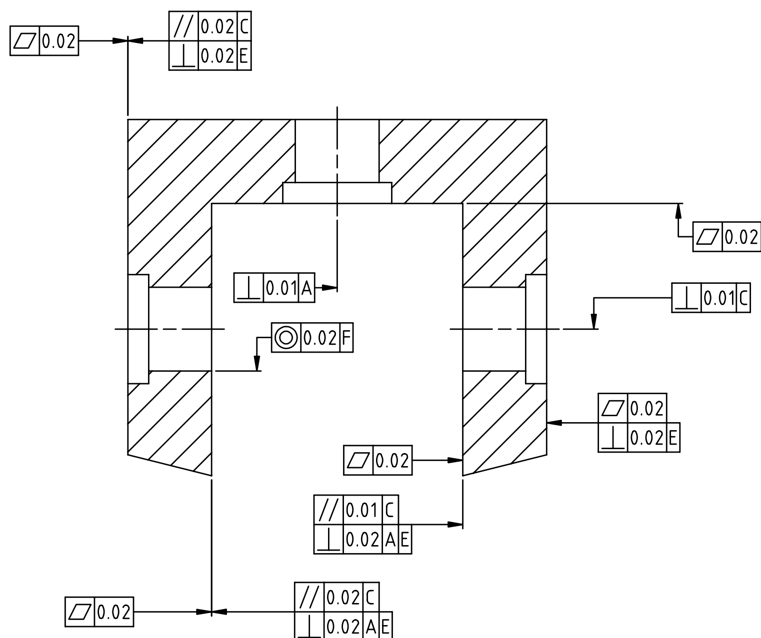


图 8-99 “俯视图”形位公差符号标注

11）执行“工程图标题栏 | 边框”命令（amtitle），将弹出“带标题栏的图形边框”对话框，如图 8-101 所示。

12）用户选择“A2 (420x594 毫米)”、“GB 标题栏”和“1:1”相关选项，单击“确定”按钮，单击选择图框插入点，将弹出“更改标题栏条目”对话框，如图 8-102 所示。

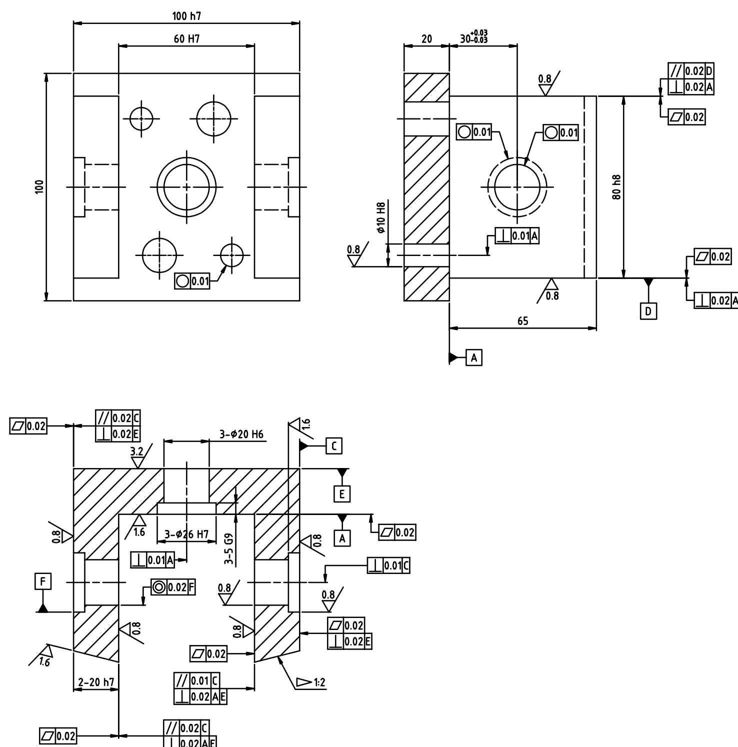


图 8-100 图形的最终标注



图 8-101 “带标题栏的图形边框”对话框



图 8-102 “更改标题栏条目”对话框

13）用户输入相关数据后，单击“确定”按钮，选择要装入图框的图形，将他们移动到图框内，如图 8-103 所示。

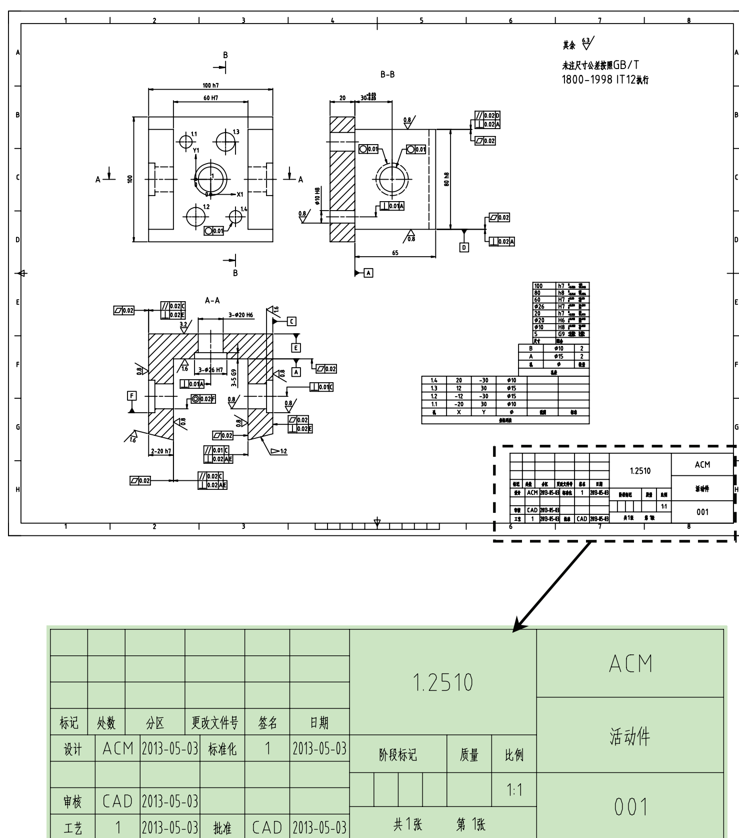


图 8-103　绘制图框

14）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

第 9 章

AutoCAD Mechanical 动态块的创建与应用

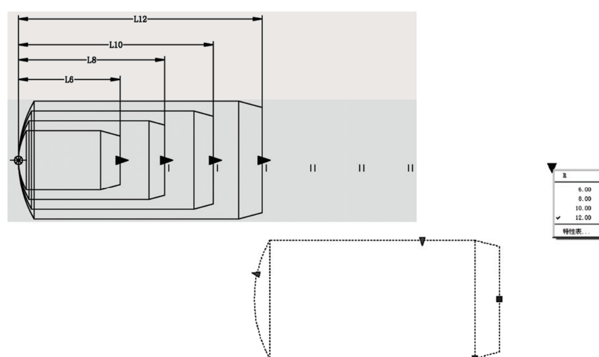
内容摘要

在绘制图形时经常使用图块，它是大多数图形的基本构成部分。在使用块时，常常遇到图块的某个外观有些区别，而大部分结构形状相同。原来处理这些问题时，需要炸开图块来编辑其中的几何图形，但这样做工作量大，有时还会出现错误。

采用动态块操作可以轻松地更改圆形中的动态块参照，可以通过自定义夹点或自定义特性来操作动态块参照中的几何图形，从而极大地方便了用户的设计需求。

学习本章应对以下内容进行系统了解。

- 移动动态块
- 缩放动态块
- 查询动态块
- 拉伸动态块
- 极轴拉伸动态块
- 旋转动态块
- 翻转动态块
- 阵列动态块
- 可见性动态块





9.1 动态块概述

9
了解

动态块定义包含规则或参数，用于说明当块参照插入图形时如何更改块参照的外观。利用动态块定义可在块编辑器之外编辑块参照。通常可以使用动作参数和约束参数来编辑块。动态块具有灵活性和智能性，用户在操作时可以轻松地更改图形中的动态块参照，可以通过自定义夹点或自定义特性来操作动态块参照中的几何图形，这使得用户可以根据需要在位调整块，而不用搜索另一个块插入或重定义现有的块。

在 AutoCAD 中，要绘制动态块需进入“块编辑器”进行绘制。要执行“块编辑器”命令，可以通过以下几种方法。

- ☑ 菜单栏：选择“工具 | 块编辑器”命令。
- ☑ 工具栏：在“Mechanical 主工具栏”工具栏上单击“块编辑器”按钮。
- ☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“bedit”命令。
- ☑ 面　板：在“常用”选项卡的“块”面板中，单击“编辑”按钮。

执行“块编辑器”命令（bedit）后，将弹出“编辑块定义”对话框，在“要创建或编辑的块”栏输入要绘制动态块的名称，单击“确定”按钮，进入“块编辑器”界面，如图 9-1 所示。



图 9-1 “编辑块定义”对话框

在块编辑器界面中的左侧会出现一个“块编写选项板”，里面含有“参数”“动作”“参数集”“块编辑器约束”“几何约束”和“尺寸约束”六个选项卡，如图 9-2 所示。

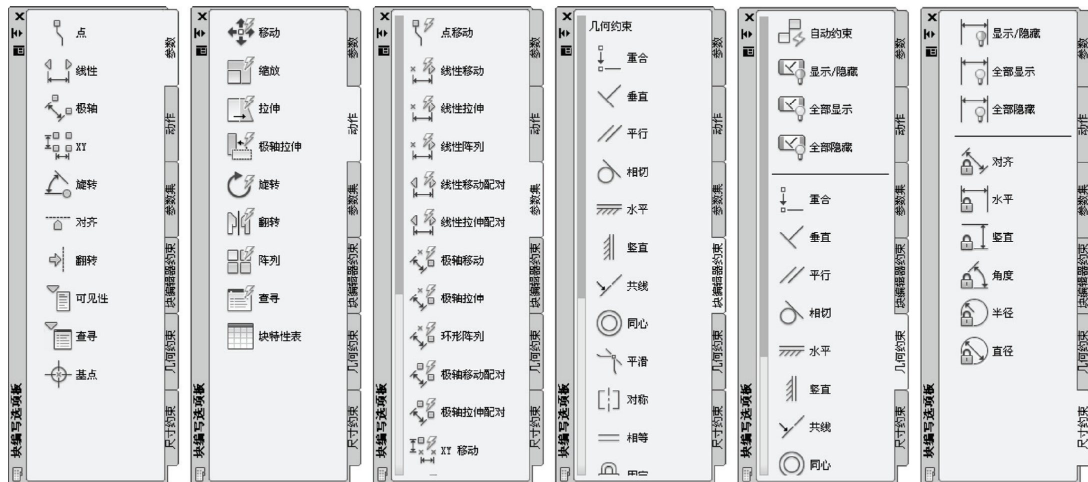


图 9-2 块编写选项板

9.2 动态块各种应用操作

9 练习

当插入一个块之后，要使插入的块按照预期尺寸进行变化，就需要用“块编写选项板”中的“动作”选项卡中的工具。下面通过一个例子来学习动态块的基本操作。

一学即会 动态块的移动操作

视频：动态块的移动操作.avi
案例：动态块绘制.dwg

9 练习

移动动态块类似于执行移动命令，当绘制好一个块进行保存后，再插入该块，就可以拖动该块的基点任意移动，不需要定义它的参数，当然也可以用极轴方式来绘制移动动态块。

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\09\动态块素材.dwg”文件；再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\09\动态块绘制.dwg”文件。

2）执行“块编辑器”命令（bedit），弹出“编辑块定义”对话框，在“当前图形”栏中选择名称为“B”的块，单击“确定”按钮，进入“块编辑器”。（图中“单点”的大小可由“点样式”控制）

3）执行“复制”命令（co），将图形复制一个进行备份。

4）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“极轴”工具按钮，提示指定基点，单击中心的单点，提示指定端点，单击右端竖直线段的中点，放置好该标签的位置；执行“特性”命令（mo），选择刚才绘制好的标签，在“集值”选项中的“最大距离”中输入“100”，在“最大角度”中输入“90”，关闭“特性”选项板，如图 9-3 所示。

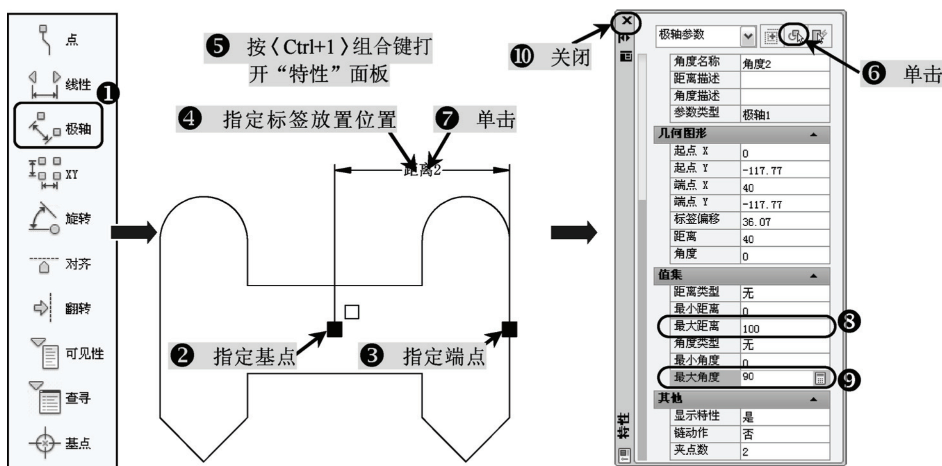


图 9-3 极轴参数操作及设置数据

5）在“动作”选项卡中单击“移动”工具按钮，选择刚才所绘制的标签，提示指定关联的参数点，单击右端竖直线段的中点，再框选整个图形并确定，如图 9-4 所示。

6）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，再单击右边竖直线段的中点进行拖动，就会发现该块只能在半径为 100，角度为 0° ~90° 的范围内

进行拖动，如图 9-5 所示。测试完毕关闭右上方的“关闭‘测试块’窗口”返回“块编辑器”。

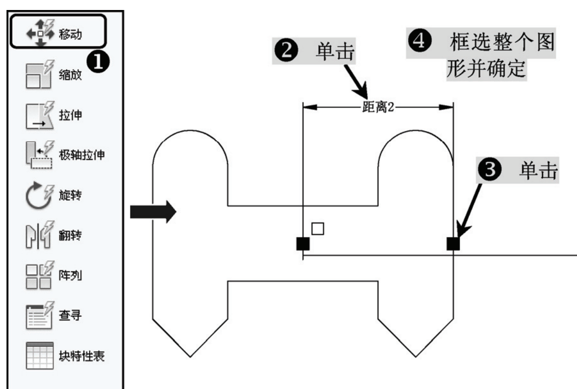


图 9-4　移动动作操作

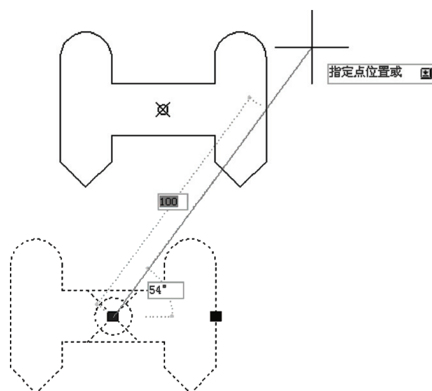


图 9-5　测试移动动态块

选项讲解

各工具按钮的执行方法

知识要点

在移动块操作的最后，会出现两个选项：“乘数”和“偏移”。

☑ 乘数（m）：用来依据指定系数来变更距离参数值。例如将乘数设为 4，则块参照关联的几何图形的移动距离将是夹点移动距离的两倍。

☑ 偏移（o）：。用来依据指定系数来变更角度参数值。例如将移动动作角度偏移设置为 60，则块参照关联的几何图形比夹点移动的角度多出 60°。

一学即会　动态块的缩放和查询

视频：动态块的缩放和查询.avi
案例：动态块绘制.dwg

9
练习

缩放动态块类似于“缩放”命令（sc），在动态块设计中，则可以通过拖动夹点来使动态块数据发生变化。接上例进行动态块的缩放和查询操作：

1）执行“复制”命令（co），将上例中备份的图形复制一个。

2）在“动作”选项卡中单击“缩放”工具按钮，选择刚才所绘制的标签，再框选整个图形并确定，如图 9-6 所示。

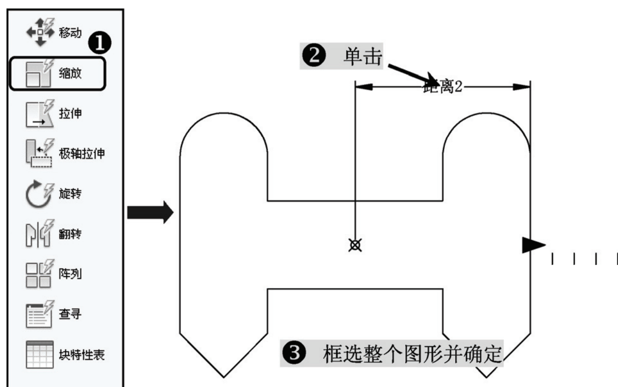


图 9-6　缩放动作操作

3）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“线性”工具按钮，提示指定起点，单击中心的单点，提示指定端点，单击右端竖直线段的中点，放置好该标签的位置；执行“特性”命令（mo），选择刚才绘制好的标签，在“集值”选项中的“距离类型”中选择“增量”，在“距离增量”中输入“5”，在“最小距离”中输入“40”，在“最大距离”中输入“60”，在“其他”选项中的“夹点数”中选择“1”（表示只有一个拖动点），关闭“特性”选项板，如图9-7所示。

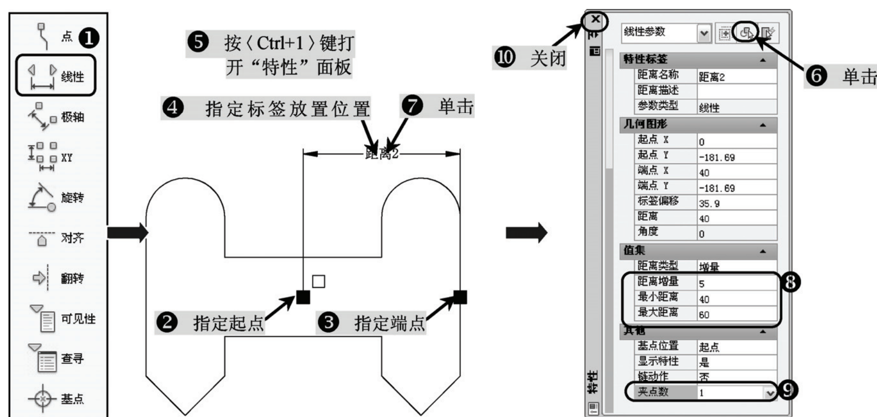


图9-7 线性参数操作及数据设置

4）在“参数”选项卡中单击“查询”按钮，在图形的外面放置查询参照点；在“动作”选项卡中单击“查询”工具按钮，选择刚才绘制的查询参照点，弹出“特性查询表”对话框，单击“添加特性”按钮，弹出“添加参数特性”对话框，选择本节所绘制的标签（距离2），单击“确定”按钮，返回“添加特性”对话框，在“输入特性”栏中分别输入“40、45、50、55、60”，在“查询特性”栏中分别对应输入“40、45、50、55、60”，单击“确定”按钮，返回“块编辑器”，如图9-8所示。

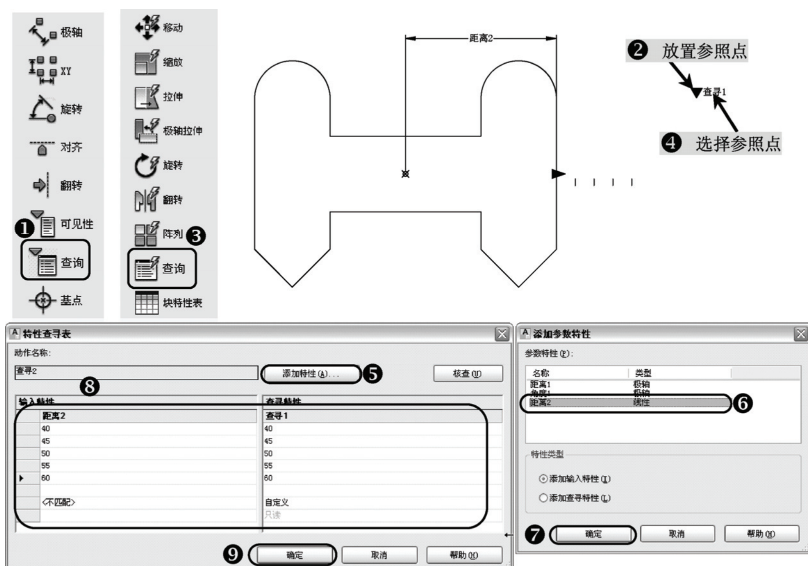


图9-8 查询动态块操作

5）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击右边竖直线段的中点进行拖动，就会发现该块只能在“40、45、50、55、60”的范围内进行拖动；如果单击右上方的查询参照，会弹出一个下拉菜单，里面有刚才设置的尺寸，选择一个尺寸，图形就会自动缩放到该尺寸，如图 9-9 所示。

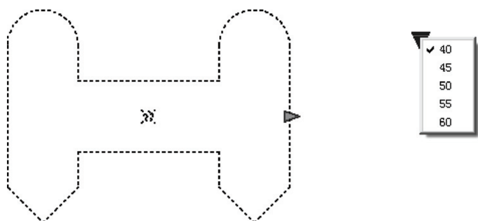


图 9-9　测试缩放动态块

一学即会　动态块的拉伸

视频：动态块的拉伸.avi
案例：动态块绘制.dwg

9
练习

拉伸动态块，可让对象移动或拉伸到指定的距离，到达指定的位置。接上例进行动态块的拉伸操作：

1）执行“复制”命令（co），将上例中备份的图形复制一个。

2）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“线性”工具按钮，提示指定起点，单击左边竖直线段的中点，提示指定端点，单击右端竖直线段的中点，放置好该标签的位置；执行“特性”命令（mo），选择刚才绘制好的标签，在“集值”选项中的“最小距离”中输入“80”，在“最大距离”中输入“100”，在“其他”选项中的“夹点数”中选择“1”，关闭“特性”选项板，如图 9-10 所示。

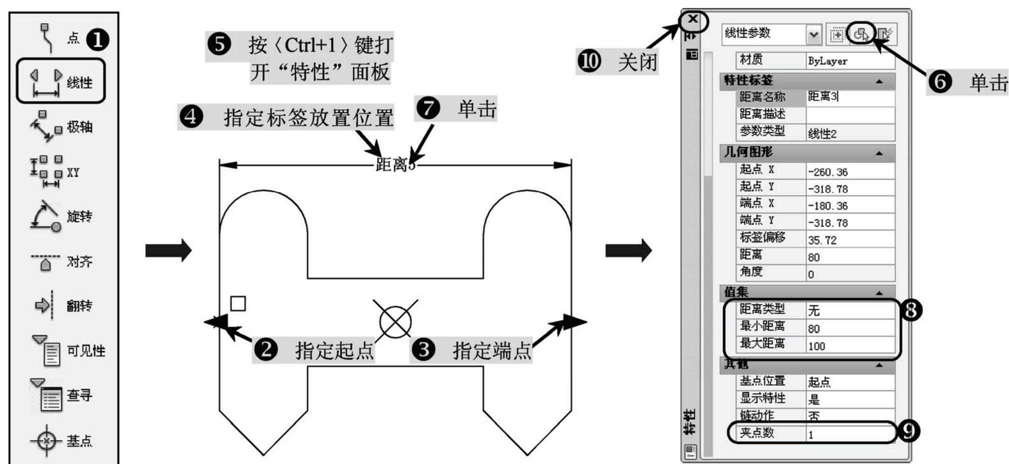


图 9-10　线性参数操作及设置数据

3）在“动作”选项卡中单击“拉伸”工具按钮，选择刚才绘制的标签，提示指定关联的参数点，单击右端竖直线段的中点，提示指定拉伸框架的第一个角点，框选图形的右边部分，提示要旋转拉伸的对象，框交图形的右边部分并确定，如图 9-11 所示。

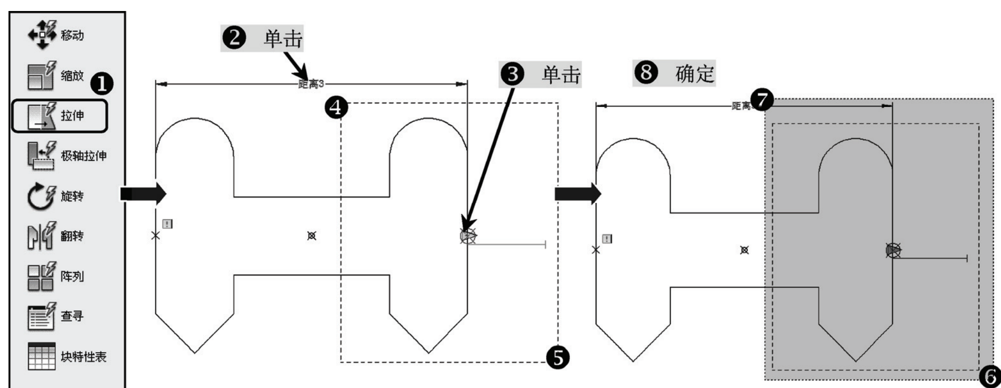


图 9-11 拉伸动作操作

4）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击右边竖直线段的中点进行拖动，就会发现该块只能在80～100的范围内进行拖动，如图9-12所示。

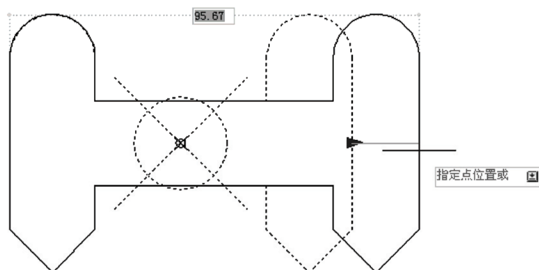


图 9-12 测试拉伸动态块

一学即会 动态块的极轴拉伸

视频：动态块的极轴拉伸.avi
案例：动态块绘制.dwg

9 练习

极轴拉伸动态块是可以在任何角度方向都可以拉伸的绘制方式。接上例进行极轴拉伸动态块的操作：

1）执行“复制”命令（co），将上例中备份的图形复制一个。

2）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“极轴”工具按钮，提示指定起点，单击左边竖直线段的中点，提示指定端点，单击右端竖直线段的中点，放置好该标签的位置；执行“特性”命令（mo），选择刚才绘制好的标签，在“集值”选项中的“最小距离”中输入“80”，在“最大距离”中输入“100”，在“最大角度”中输入“90”，在“其他”选项中的“夹点数”中选择“1”，关闭“特性”选项板，如图9-13所示。

3）在“动作”选项卡中单击“极轴拉伸”工具按钮，选择刚才绘制的标签，提示指定要与动作关联的参数点或输入，提示指定拉伸框架的第一个角点，框选图形的右边部分，提示要拉伸的对象，框交图形的右边部分，提示仅旋转的对象，框选图形的左边部分并确定，如图9-14所示。

4）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击右边竖直线段的中点进行拖动，就会发现该块只能在角度为0°～90°，距离在80～100的范围内进行拖动，如图9-15所示。

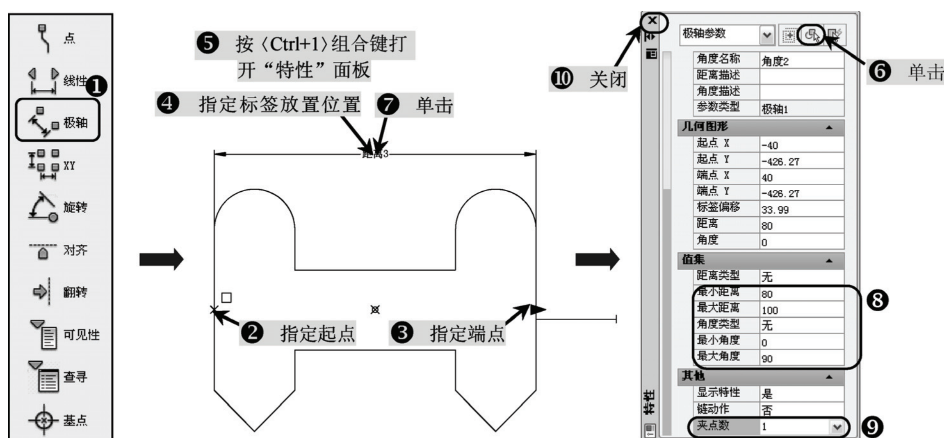


图 9-13　极轴参数操作及设置数据

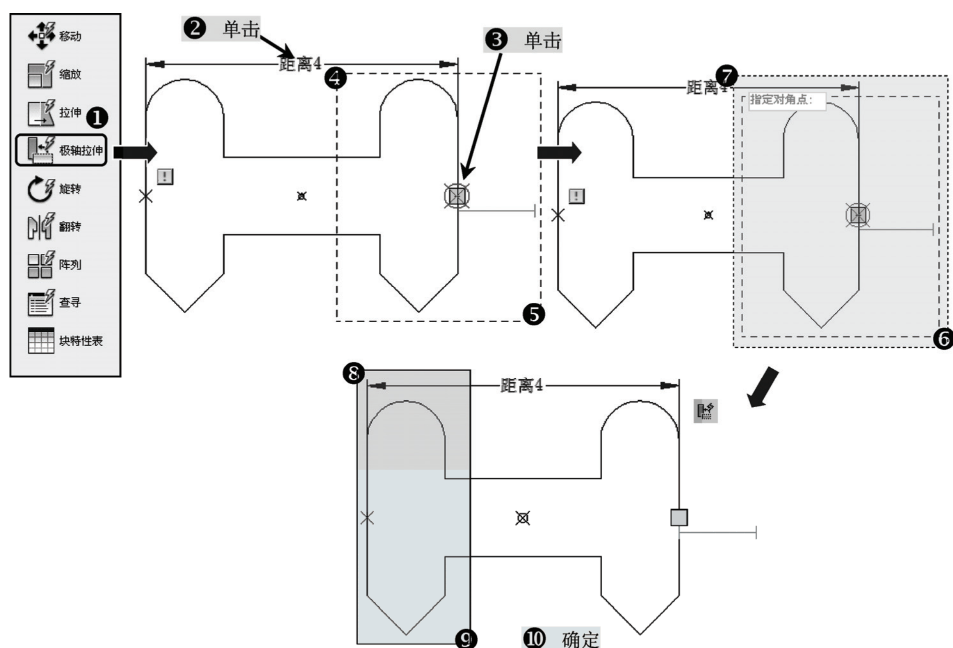


图 9-14　极轴拉伸动作操作

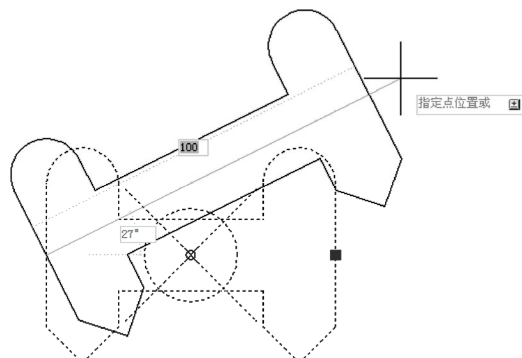


图 9-15　测试极轴拉伸动态块

注意事项　拉伸动作配合 XY 参数

学习笔记



有时极轴拉伸动作会造成不需要跟着旋转的固定边旋转，这时可以利用 XY 参数相关工具集定义。

一学即会　动态块的旋转操作

视频：动态块的旋转操作.avi
案例：动态块绘制.dwg

9 练习

旋转动态块与“旋转”命令（ro）类似，用来旋转已关联的动态块。下面接上例进行动态块的旋转操作：

1）执行“复制”命令（co），将上例中备份的图形复制一个。

2）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“旋转”工具按钮，提示指定基点，单击中心的点，提示指定参数半径，单击右端竖直线段的中点（或者输入“40”），提示指定默认旋转角度，输入“0”，放置好该标签的位置；执行“特性”命令（mo），选择刚才绘制好的标签，在“集值”选项中的“角度类型”中选择“增量”，在“角度增量”栏输入“45”，在“最小角度”栏输入“0”，在“最大角度”栏输入“180”，在“其他”选项中的“夹点数”中选择“1”，关闭“特性”选项板，如图 9-16 所示。

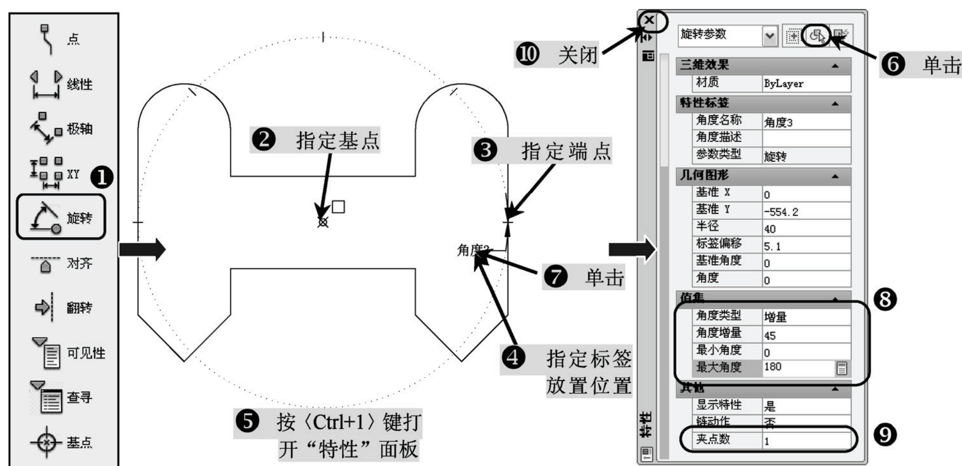


图 9-16　旋转参数操作及设置数据

3）在“动作”选项卡中单击“旋转”工具按钮，选择刚才绘制的标签，再框选整个图形并确定，如图 9-17 所示。

4）单击“保存块”按钮，进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击右边竖直线段的中点进行拖动，就会发现该块只能旋转至“0°、45°、90°、135°、180°”这几个角度，如图 9-18 所示。



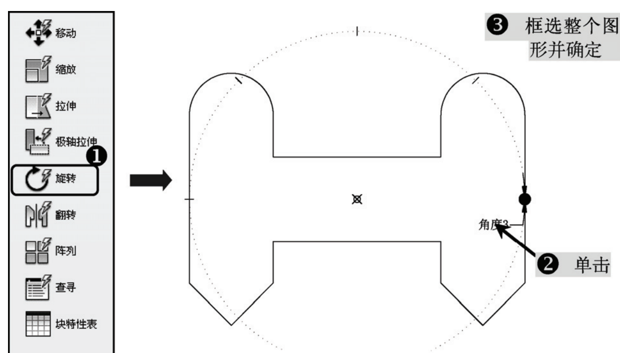


图 9-17　旋转动作操作

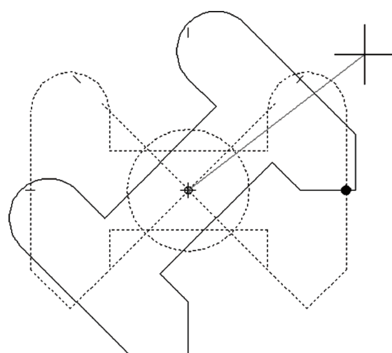


图 9-18　测试旋转动态块

一学即会　动态块的翻转操作

视频：动态块的翻转操作.avi
案例：动态块绘制.dwg

9 练习

翻转动态块与“镜像”命令（mi）类似，用来镜像已关联的动态块。下面接上例进行动态块的翻转操作：

1）执行“复制”命令（co），将上例中备份的图形复制一个。

2）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“翻转”工具按钮，指定图形左下方的三角顶点为翻转线第一点，指定图形右下方三角顶点为翻转线的第二点，放置好该标签的位置，如图 9-19 所示。

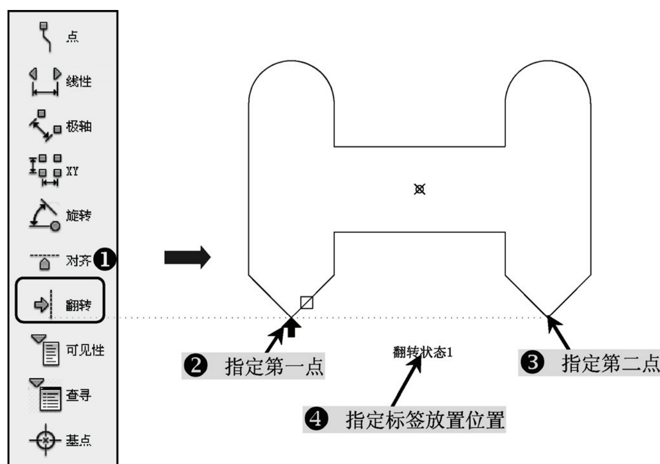


图 9-19　翻转参数操作

3）在“动作”选项卡中单击“翻转”工具按钮，选择刚才绘制的标签，再框选整个图形并确定，如图 9-20 所示。

4）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击“翻转”参数操作时插入第一点位置处的箭头，块将沿翻转线翻转到下方，再单击一次，块将回到原来位置，如图 9-21 所示。

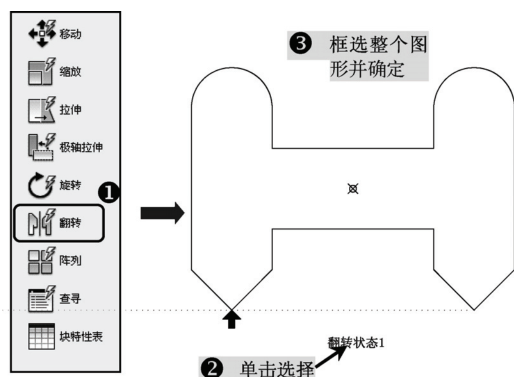


图 9-20　翻转动作操作

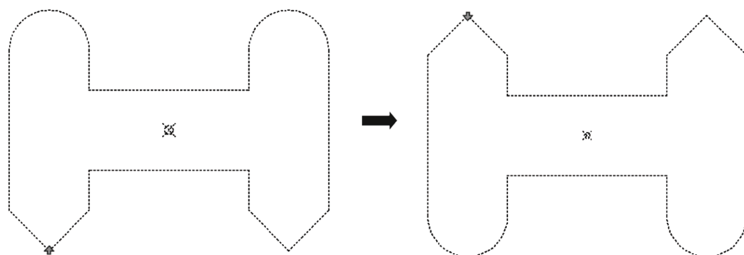


图 9-21　测试翻转动态块

一学即会　动态块的阵列操作

视频：动态块的阵列操作.avi
案例：动态块绘制.dwg

9 练习

阵列动态块与"阵列"命令（ar）类似，用来镜像已关联的动态块。下面接上例来进行动态图的阵列操作：

1）执行"复制"命令（co），将上例中备份的图形复制一个。

2）在"块编写选项板"中的"参数集"选项卡中单击"XY 阵列方格集"工具按钮，提示指定几点，单击选择图形中心的点，通过 X、Y 距离方式来指定要阵列的方向，拖动鼠标单击右下方（表示向右下方阵列），如图 9-22 所示。

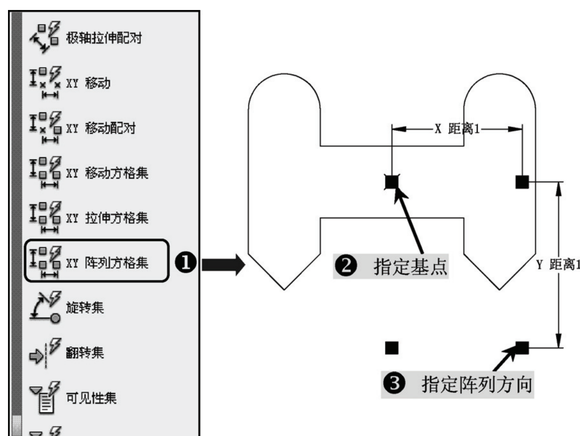


图 9-22　XY 阵列方格集参数操作

3）在“动作”选项卡中单击“阵列”工具按钮，选择刚才所绘制的标签，再框选整个图形并确定，命令行提示“输入行间距或指定单位图元”，输入“100”，提示“输入列间距”，输入“100”，如图 9-23 所示。

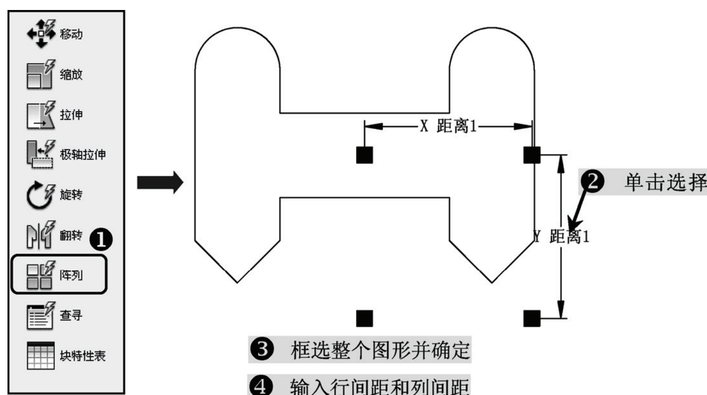


图 9-23 阵列动作操作

```
输入行间距或指定单位单元 (---): 100          // 输入 Y 间距
输入列间距 (|||): 100                        // 输入 X 间距
```

4）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击阵列方向上的箭头，向右下方进行拖动，则系统自动计算动态块阵列个数及距离，如图 9-24 所示。

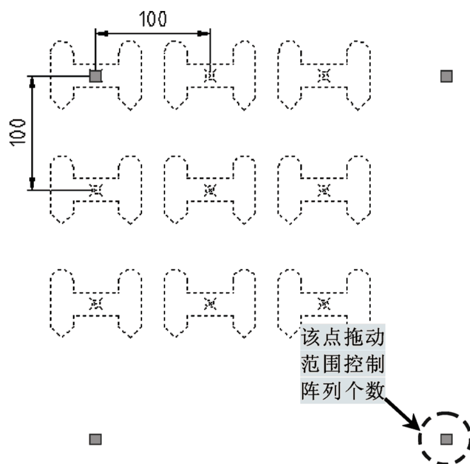


图 9-24 测试阵列动态块

一学即会　动态块的可见性　视频：动态块的可见性.avi　案例：动态块绘制.dwg　9 练习

在 AutoCAD 中，通过使用可见性状态，可以创建具有不同图形的块。设定可见性状态时，可能希望或不希望看到在给定状态中不可见的几何图形。使用“可见性模式”按钮可以

确定是否显示几何图形。下面接上例进行动态块的可见性操作：

1）执行“复制”命令（co），将上例中备份的图形复制一个。执行“比例缩放”命令，以图形中间的单点为基点，将图形缩放 0.5（采用“复制模式”）。

2）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“可见性”工具按钮，提示可见性参数放置位置，单击图形附近放置可见性参数；在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“可见性状态”按钮，弹出“可见性状态”对话框，将“可见性状态”栏中的“可见性状态 0”重命名为“1”（表示原始大小），单击“确定”按钮，返回“块编辑器”截面；在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“使不可见”按钮，选择全部图形并确定，此时图形全部隐藏；继续在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“可见性模式”按钮，使被隐藏的图形呈暗显状态；继续在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“使可见”按钮，选择没有没缩放过的图形（原始大小）并确定，如图 9-25 所示。

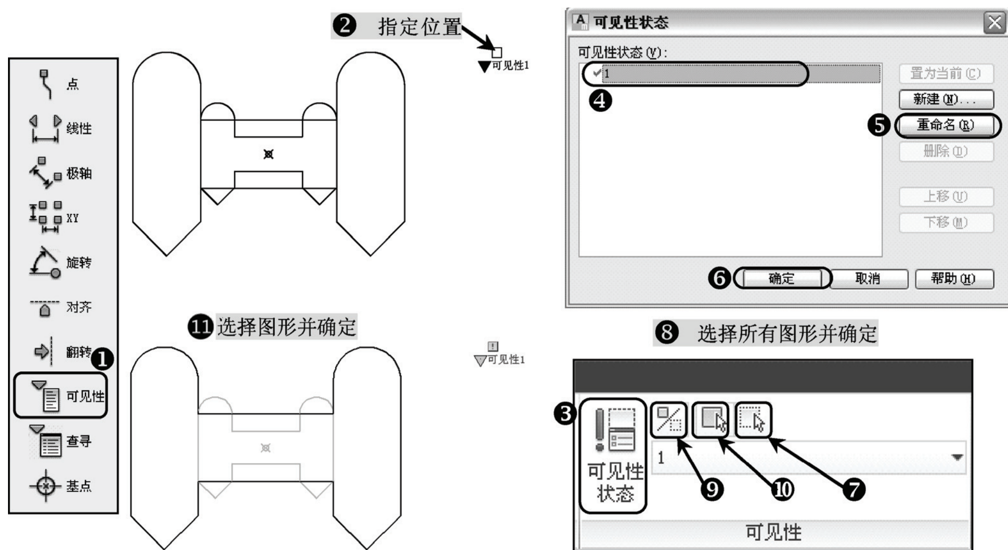


图 9-25　可见性操作 1

3）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“可见性”工具按钮，提示可见性参数放置位置，单击图形附近放置可见性参数；在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“可见性状态”按钮，弹出“可见性状态”对话框，单击“新建”按钮，弹出“新建可见性状态”对话框，输入新名称“0.5”（表示缩放之后的图形），单击“确定”按钮，再单击“确定”按钮，返回“块编辑器”界面；在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“使不可见”按钮，选择全部图形并确定，因为在上一步中已经将“可见性模式”设置成可见，所以这一步中的图形没有被隐藏而呈暗显状态；继续在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“使可见”按钮，选择没有缩放后的图形（缩放 0.5）并确定，如图 9-26 所示。

4）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击动态块，则会出现“可见性”参数操作时插入的可见性箭头，单击该箭头，会出现一个下拉菜单，菜单上就会显示刚才设置的可见性名词，选择一个名称，则动态块将自动显示该名词下的图形，如图 9-27 所示。

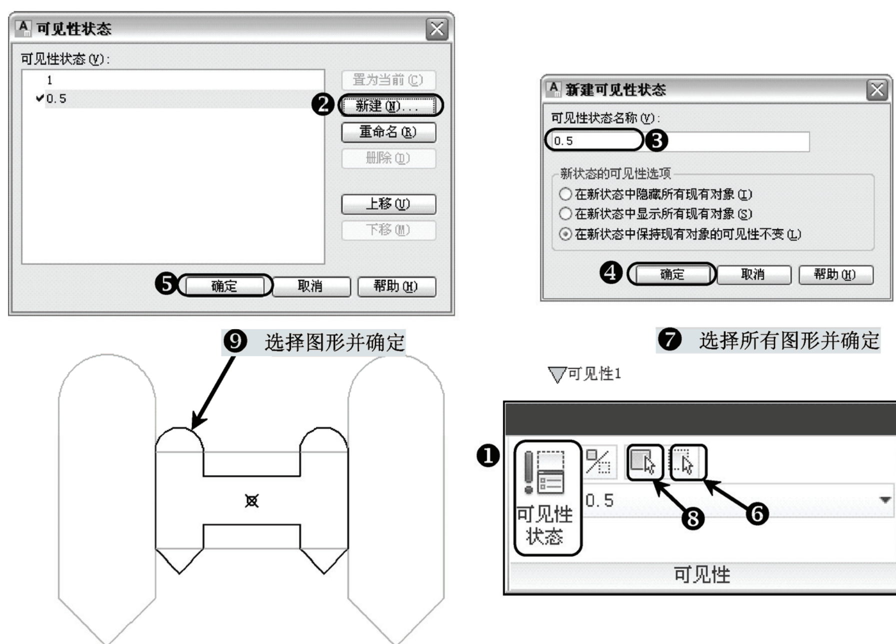


图 9-26 可见性操作 2

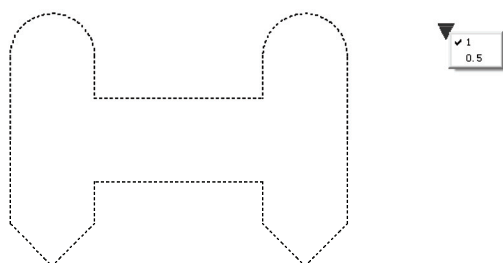


图 9-27 测试可见性动态块

9.3 动态块的应用——销钉

下面绘制一个动态的销钉块来综合运用前面所学的动态块命令。

销钉是机械中常见的元件之一，作用是防止两个零件的相对位置错动。销钉的形状是一个圆柱体或一个圆台，端部形式多样，有的端部轴向有孔，并且直径长度规格繁多。该例所绘制的销钉如图 9-28 所示。

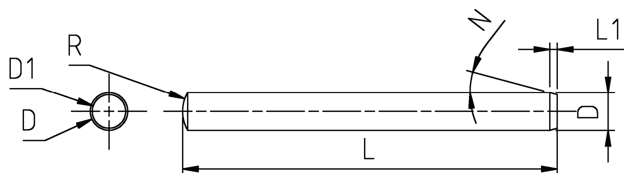


图 9-28 销钉零件图

销钉的相关尺寸见表 9-1，因篇幅有限，仅讲解绘制部分尺寸销钉的方法。

表 9-1 规格表

D	D1	R	N	L
Φ6	Φ5.36	6	15°	10～60
Φ8	Φ7.14	8	15°	15～80
Φ10	Φ8.93	10	15°	20～90
Φ12	Φ10.66	12	15°	25～140

一学即会 销钉侧视图的绘制

视频：绘制侧视图.avi
案例：销钉动态块.dwg

9 练习

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\09\销钉块素材.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\09\销钉动态块.dwg”文件。

2）执行“块编辑器”命令（bedit），将弹出“编辑块定义”对话框，在“当前图形”栏中选择名称为“销钉-侧”的块，单击“确定”按钮，进入“块编辑器”。

3）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“基点”工具按钮，提示指定参数位置，单击选择圆心。

4）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“线性”工具按钮，提示指定基点，单击圆心，提示指定端点，单击内侧圆右端的右象限点（可利用快捷键〈Q+U+A〉）；执行“特性”命令（mo），选择刚才绘制好的标签，在“特性标签”选项中的“距离名称”中更改为“0.5D1”（表示小圆直径的一半），在“集值”选项中的“距离类型”中选择“列表”，单击“距离值列表”选项后面的 ... 按钮，弹出“添加距离值”对话框，在“要添加的距离”栏输入“2.68”（小圆直径的一半），单击“添加”按钮将输入的数值添加，重复刚才的步骤，分别添加“2.68、3.57、4.47、5.33”，单击“确定”按钮，返回“特性”选项板，在“其他”选项中的“夹点数”中选择“0”（因为只需要列表操作，不需要去拖动夹点，所以夹点数为 0），关闭“特性”选项板，如图 9-29 所示。

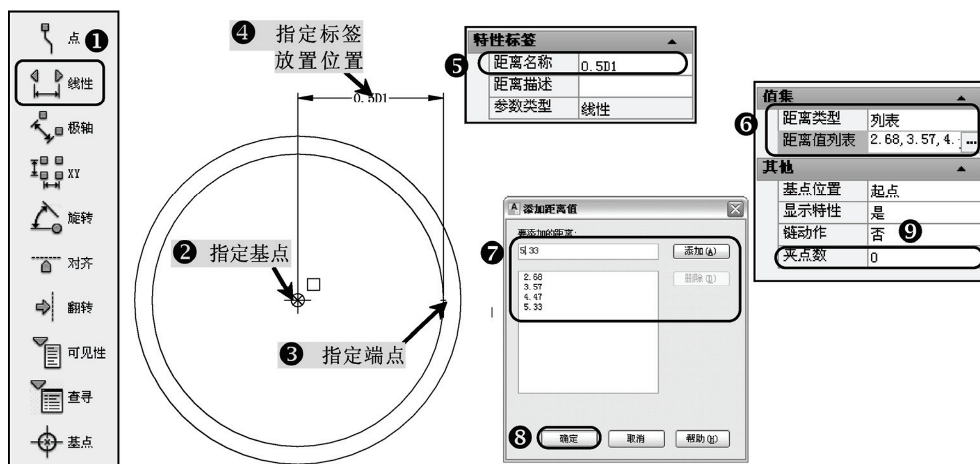


图 9-29 线性参数操作 1



5）重复上一步操作，继续在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“线性”工具按钮，对外面的圆进行线性参数操作；执行“特性”命令（mo），“距离名称”输入为“0.5D”，“距离类型”选择“列表”，“距离值列表”中输入为“3、4、5、6”，“夹点数”更改为“0”，关闭“特性”选项板。如图 9-30 所示。

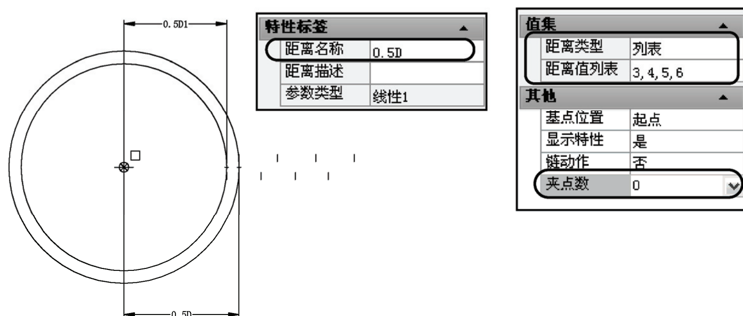


图 9-30　线性参数操作 2

6）在“动作”选项卡中单击“缩放”工具按钮，选择标签“0.5D1”，再选择里面的圆及其相关尺寸，并确定。

7）重复在“动作”选项卡中单击“缩放”工具按钮，选择标签“0.5D”，再选择外面的圆及其相关尺寸，并确定。

8）在“参数”选项卡中单击“查询”工具按钮，在图形的外面放置查询参照点；在“动作”选项卡中单击“查询”工具按钮，选择刚才绘制的查询参照点，弹出“特性查询表”对话框；单击“添加特性”按钮，弹出“添加参数特性”对话框，选择标签“0.5D1”，单击“确定”按钮；继续单击“添加特性”按钮，弹出“添加参数特性”对话框，选择标签“0.5D”，单击“确定”按钮，返回“添加特性”对话框；在“输入特性”选项中的“0.5D1”栏分别选择输入“2.68、3.57、4.47、5.33”，在“0.5D”栏中分别输入“3、4、5、6”，在“查询特性”栏中分别对应输入“Φ6、Φ8、Φ10Φ、Φ12”，单击“确定”按钮，返回“块编辑器”，如图 9-31 所示。



图 9-31　查询动态块操作

9）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，会发现该块没有拖动点，如果单击右上方的查询参照，会弹出一个下拉菜单，里面有刚才设置的尺

寸供选择（Φ6、Φ8、Φ10Φ、Φ12、自定义），选择一个尺寸，图形就会自动缩放到该尺寸，如图 9-32 所示（如果对图形进行测量，就会发现，内圆的半径和外圆的半径会和“特性查询表”中的查询特性相对应）。

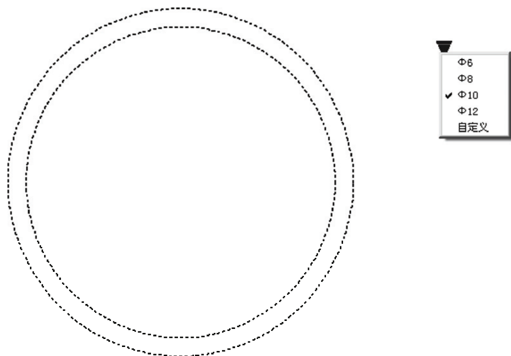


图 9-32 测试列表缩放动态块

10）销钉的侧视图动态块已经绘制完毕，单击“保存块”按钮，再单击右上方的“关闭块编辑器”按钮。

一学即会 销钉主视图的绘制

视频：绘制主视图.avi
案例：销钉动态块.dwg
9 练习

相对于绘制销钉的“侧视图”来说，“主视图”的绘制工作量要大很多，因为用“几何约束”和“尺寸约束”配合“块特性表”，只能列出一个可变量，而此例中有两个可变量“直径”和“长度”。所以只有将所有直径销钉最短长度的主视图画出，利用“可见性”配合“拉伸”参数来完成“销钉主视图”的动态块。

1）执行“块编辑器”命令（bedit），将弹出“编辑块定义”对话框，在“当前图形”栏中选择名称为“销钉-主”的块，单击“确定”按钮，进入“块编辑器”。

2）现在对直径为 6 的图形进行操作，在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“基点”工具按钮，提示指定参数位置，单击选择左端圆弧的左象限点。

3）执行“参数/线性”工具按钮，以左端圆弧左象限点为起点，右端竖直线段的中点为终点，绘制长度标签；执行“特性”命令（mo），选择刚才绘制好的标签，在“特性标签”选项中的“距离名称”中更改为“L6”；在“集值”选项中的“距离类型”中选择“增量”，在“距离增量”选项中输入“5”，在“最小距离”中输入“10，在“最大距离”中输入“60”；在“其他”选项中的“夹点数”中选择“1”，关闭“特性”选项板，如图 9-33 所示。

4）在“动作”选项卡中单击“拉伸”工具按钮，选择标签“L6”，提示指定关联的参数点，单击右端竖直线段的中点，提示指定拉伸框架的第一个角点，框选图形的右边部分，提示要旋转拉伸的对象，框交图形的右边部分，并确定，如图 9-34 所示。

5）执行“移动”命令（m），将直径为 8 的图形移动到基点位置（以左端圆弧左象限点为基点移动到前面所插入的基点位置），重复“线性”参数操作（名称“L8”、增量“5”、最小距离“15”、最大距离“80”、夹点数“1”）和“拉伸”动作操作（注意在“拉伸”操作中

不要选择直径为 6 的图形)。

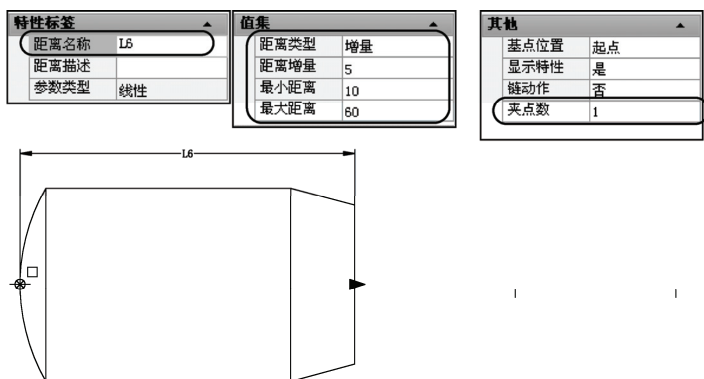


图 9-33　线性操作

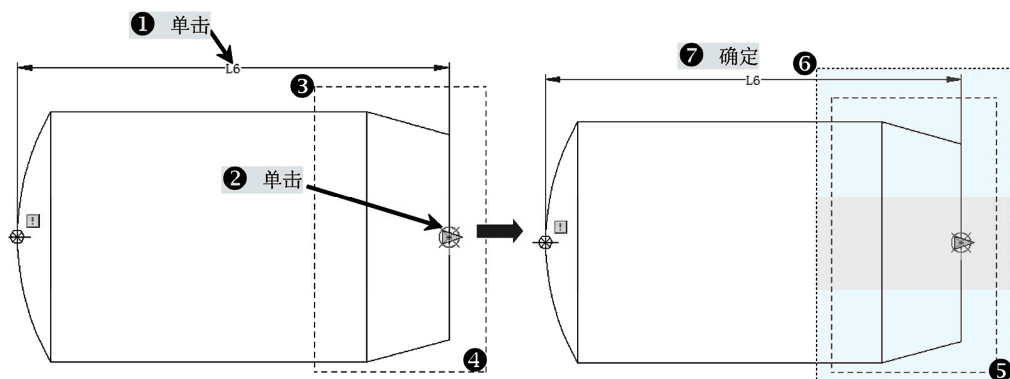


图 9-34　拉伸动作操作

6）重复第 4 步的步骤，将直径为 10、直径为 12 的图形进行操作。其相关参数为：名称“L10”和“L12”、增量“5”、最小距离“20”和“25”、最大距离“90”和“140”、夹点数“1”，如图 9-35 所示。

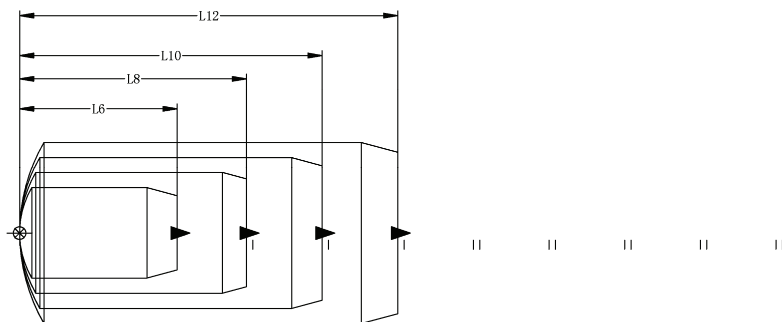


图 9-35　可见性状态对话框

7）在“块编写选项板”中的“参数”选项卡中单击“可见性”工具按钮，提示可见性参数放置位置，单击图形附近放置可见性参数；在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板

中单击“可见性状态”按钮，弹出“可见性状态”对话框，将“可见性状态”栏中的“可见性状态 0”重命名为“L6”，单击“确定”按钮，再单击“确定”按钮，返回“块编辑器”界面；在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“使不可见”按钮，选择全部图形并确定，此时图形全部隐藏；继续在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“可见性模式”按钮，使被隐藏的图形呈暗显状态；继续在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“使可见”按钮，选择标签为“L6”的图形并确定，使其呈亮显状态，如图 9-36 所示。

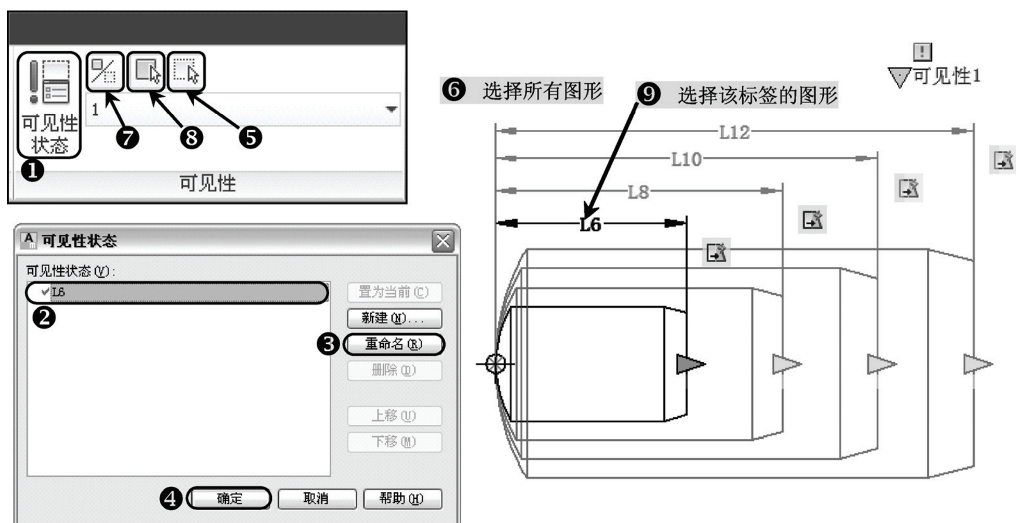


图 9-36 可见性操作 1

8）继续单击“可见性状态”按钮，创建“L8”可见性状态，单击“确定”按钮，返回“块编辑器”截面；在“块编辑器”选项卡中的“可见性”面板中单击“使不可见”按钮，选择全部图形并确定，此时全部图形呈暗显状态（上一步可见模式已经更改过）；在“可见性”面板中单击“使可见”按钮，选择标签为“L8”的图形并确定，使其呈亮显状态，如图 9-37 所示。

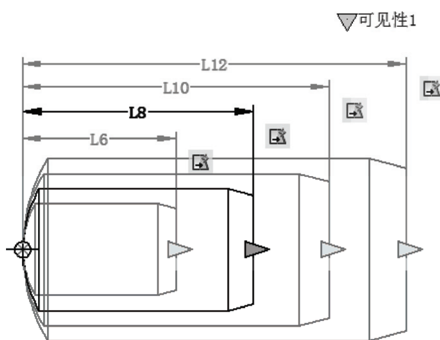


图 9-37 可见性操作 2

9）继续执行“可见性”操作，将标签“L10”和“L12”进行设置，如图 9-38 所示（注意，一定要设置一个可见性状态就操作一次图形，否则很容易出错）。

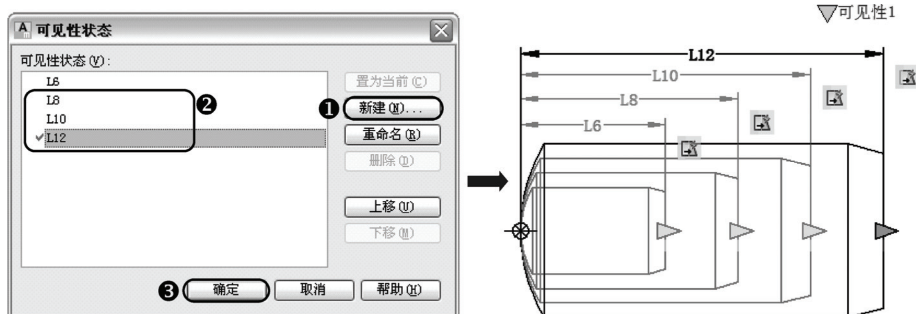


图 9-38　动态块最终效果

10）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击动态块，则会出现“可见性”参数操作时插入的可见性箭头，单击该箭头，会出现一个下拉菜单，菜单上会显示刚才设置的可见性名词，选择一个名称，则动态块将自动显示该可见性名称下的图形；图形的右边有拉伸拖动夹点，单击该夹点进行拖动，拖动距离是前面为该图形设置的距离，如图 9-39 所示。

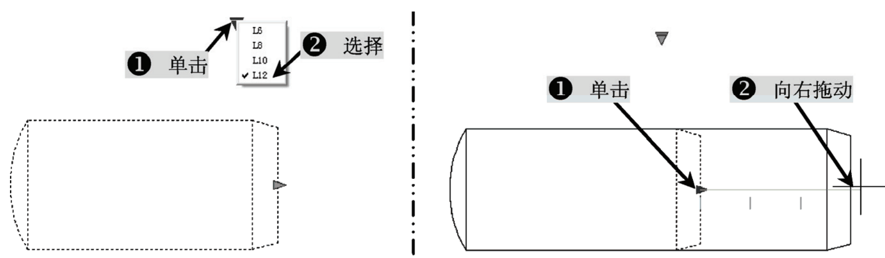


图 9-39　测试可见性动态块

11）返回“块编辑器”界面，单击“保存块”按钮，单击“关闭块编辑器”按钮退出块编辑器，执行“插入块”命令（I），分别插入“销钉-侧”块和“销钉-主”块，绘制一个Φ12×100 的销钉，如图 9-40 所示。

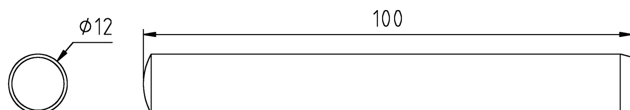


图 9-40　插入动态块

一学即会　通过约束来编辑动态块

视频：约束动态块的应用.avi
案例：销钉动的约束动态块.dwg
9 练习

在块编辑器界面中的左侧有“块编辑器约束”选项卡，包括“几何约束”和“约束参数”两个选项，利用它们也可以编辑动态块。例如，对“销钉”主视图绘制动态块。

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\09\约束动态块素材.dwg”文件；再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\09\销钉的约束动态块.dwg”文件。

2）执行“块编辑器”命令（bedit），将弹出“编辑块定义”对话框，在“当前图形”栏中选择名称为“销钉-约束”的块，单击“确定”按钮，进入“块编辑器”。

3）单击“块编辑器”选项板下面“几何约束”选项卡的“自动约束”按钮，框选所有图形，单击“确定”按钮，图形即被自动添加上约束（也可以自行一个一个地添加，但是这样需要一定的逻辑思维，建议初学用户使用自动约束，关于如何一个一个地添加，在10.1.5 节中会详细讲解），如图 9-41 所示。

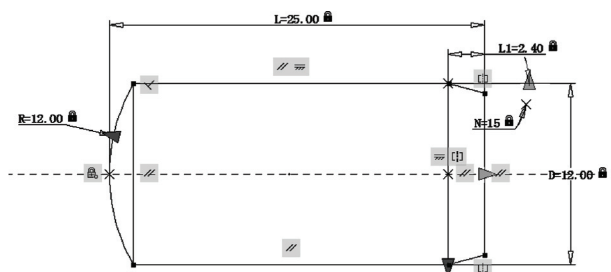


图 9-41 自动约束

4）利用“约束参数”对图形进行约束，并将其更名（R=12、D=12、L=25、L1=2.4、N=15“角度”），如图 9-42 所示。

图 9-42 约束参数

5）在“块编写选项板”中的“动作”选项卡中单击“块特性表”工具按钮，提示指定参数位置，单击图形外面，提示输入夹点数，输入“1”，弹出“块特性表”对话框，单击“添加”按钮，弹出“添加参数特性”对话框，选择除“角度 N”外的选项，单击“确定”按钮，返回“块特性表”对话框，按照上一节绘制主视图中的数据添加相关尺寸（因为不能设置两个变量，则在长度“L”上只能设置相关图形的某一尺寸，在这里就设置最短长度）。单击“确定”按钮，返回“块编辑器”，如图 9-43 所示。

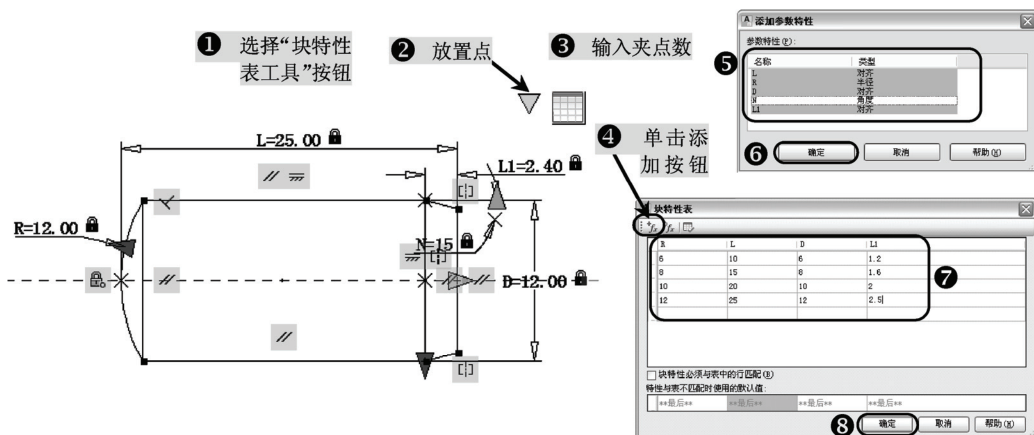


图 9-43 约束参数

6）单击“保存块”按钮进行保存，单击“测试块”按钮进入“测试块”窗口，单击动态块，则会出现“可见性”参数操作时插入的可见性箭头，单击该箭头，会出现一个下拉菜单，菜单上会显示刚才设置的块特性名词，选择一个名称，则动态块将自动显示该名词下的图形，如图 9-44 所示。

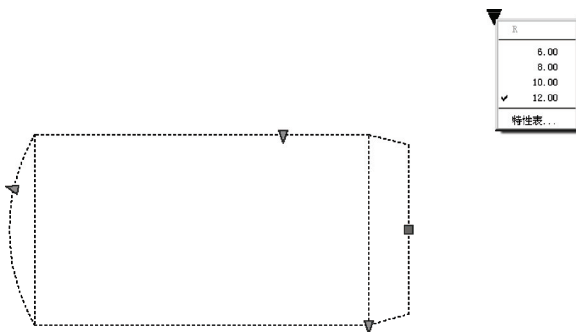


图 9-44　测试动态块

第 10 章

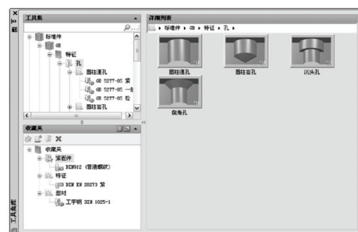
AutoCAD Mechanical 工具集的基本操作

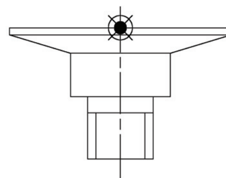
内容摘要

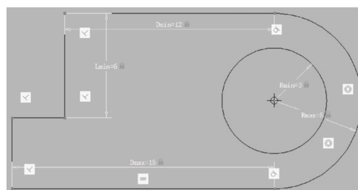
工具集是 AutoCAD Mechanical 提供的一种标准零件工具集库，用户可以通过工具集直接插入零件库中的标准零件。

学习本章应对以下内容进行系统了解。

- 工具集概述
- 工具集库
- 工具集管理器
- 新建工具集
- 工具集编辑器
- 更改表示法
- 更新工具集









10.1 工具集概述

10
了解

尽管 AutoCAD Mechanical 附带的标准零件工具集库包含 600,000 多个预先绘制的标准零件和标准特征，但并不保证安装了所有零件和特征。

在安装时，仅仅是属于绘图标准的标准零件库将复制到用户的计算机上。如有需要，用户可以通过“Windows 控制面板”中的“添加/删除程序”程序来安装标准零件。

无论用户在“AM:标准”选项卡（在“选项”对话框中）中选择了何种绘图标准，均可以访问安装在计算机上的所有标准零件。例如，即使当前绘图标准为“ISO”，且测量单位为公制，AutoCAD Mechanical 也不会阻止用户选择“DIN 931—2:2008 六角头螺钉螺纹孔”。

由于标准零件库中包含大量的零件，因此用于从标准零件库中选择条目的对话框可能需要相当多的时间进行加载。用户可以卸载属于不常用标准的标准零件，仅在需要时再加载这些零件。还可以更改工具集库项目的位置，以便使常用标准的标准零件显示在选择列表的开头。

默认情况下，标准零件和标准特征显示在被称为标准零件图层的特殊 Mechanical 图层上，其图层的名称都以字母“N”结尾。标准零件图层使用户只需单击定点设备一次即可打开或关闭标准零件的可见性。用户可以将 AutoCAD Mechanical 配置为在普通 Mechanical 图层上创建标准零件，而不是在标准零件图层上创建。

用户还可以更改标准零件和标准特征的表示方式，且可以在绘图过程中随时进行更改。

标准零件设置保存在“Windows 注册表”中，用户对其进行设置后，无论选择何种绘图标准它们都始终有效。由于这些设置并不保存在工程图中，因此它们不能通过模板 (.dwt) 文件从一台计算机移动到另一台计算机。

AutoCAD Mechanical 随附的工具集库包含超过五十万个预先绘制的标准零件和特征，它们遵循多种国际绘图标准。

AutoCAD Mechanical 为以下每个标准附带了工具集库文件：

- ☑ 法国标准 (AFNOR)
- ☑ 美国标准 (ANSI)
- ☑ 澳大利亚标准 (AS)
- ☑ 英国标准 (BSI)
- ☑ 捷克标准 (CSN)
- ☑ 德国标准 (DIN)
- ☑ 中国标准 (GB)
- ☑ 俄罗斯标准 (GOST)
- ☑ 印度标准 (IS)
- ☑ 国际标准 (ISO)
- ☑ 日本标准 (JIS)
- ☑ 韩国标准 (KS)
- ☑ 波兰标准 (PS)
- ☑ 芬兰标准 (SFS)
- ☑ 瑞典标准 (SS)
- ☑ 斯洛伐克标准 (STN)
- ☑ 意大利标准 (UNI)

在安装 AutoCAD Mechanical 时，用户可以选择要安装的标准（工具集库）。

“Vario 零件库”在早期版本的 AutoCAD Mechanical 中使用。如果要在当前版本的 AutoCAD Mechanical 中使用“Vario 零件库”的工具集，则必须先移植该库，移植“Vario 零件库”的命令为“amcontentlibmigrate”。

在较旧版本的 AutoCAD Mechanical 中，必须使用被称为数值表编辑器的工具来自定义

标准零件，这些自定义设置保存在由 “*.val ” 文件扩展名标识的文件类型中。若要在当前版本的 AutoCAD Mechanical 中使用这些文件，则必须先移植“val 文件”，移植这些文件后，必须将其复制到当前版本 AutoCAD Mechanical 中的相应位置（与其在之前版本中的位置相同）。

10.2 工具集库

10 掌握

“工具集库”命令是用于打开工具集库以选择和插入工具集。要执行“工具集库”命令，可以通过以下几种方法。

- ☑ 菜单栏：选择“工具集 | 工具集库”命令。
- ☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“工具集库”按钮。
- ☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcontentlib”命令。
- ☑ 面 板：在“工具集”选项卡的“库”面板中，单击“工具集库”按钮。

执行“工具集库”命令（amcontentlib）后，将弹出“工具集库”面板，用于选择相关零部件，如图 10-1 所示。

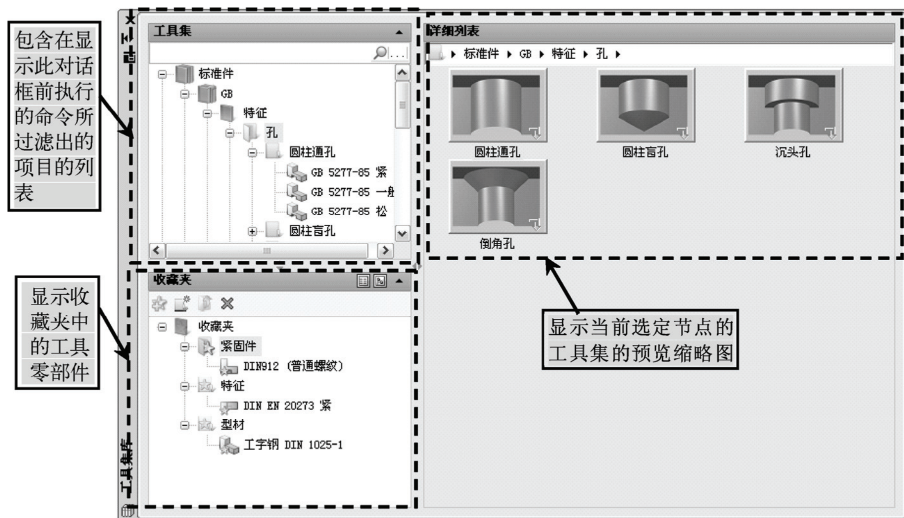


图 10-1 “工具集库”面板

选项讲解 “工具集库”选项

知识要点

- ☑ 搜索：从树中选定的项目开始，启动搜索。
- ☑ 搜索选项：将显示“搜索选项”对话框，使用户能够指定执行搜索的方式。单击“搜索选项”按钮，将弹出“搜索选项”对话框，如图 10-2 所示。
- ☑ 地址栏：将“工具集”面板中当前选择的路径显示为以箭头分隔的一系列链接。通过在“地址”栏内单击箭头时显示的菜单中选择新路径。



图 10-2 “搜索选项”对话框

10.3 工具集管理器

10 掌握

通过“工具集管理器”可以为标准工具集和自定义工具集提供创建、编辑、激活、取消激活和重新排序文件位置等操作，并且可以编辑标准零件标识号和物理特性。

要执行“工具集管理器”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 工具集管理器”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“工具集管理器”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcontentmanager”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“库”面板中，单击“工具集管理器”按钮。

执行“工具集管理器”命令（amcontentmanager）后，将弹出“工具集管理器”对话框，如图 10-3 所示。



图 10-3 “工具集管理器”对话框

选项讲解

“工具集管理器”选项

知识要点

☑ 新库：在“自定义工具集”节点下添加新库。

☑ 添加新文件夹：向库或文件夹中添加新文件夹。

☑ 添加新工具集：向选定的工具集库中添加新工具集。

☑ 编辑工具集：在工具集编辑器中打开选定的工具集或视图。工具集编辑器是用于在自定义工具集库中构建和修改零件及特征的编写环境。工具集编辑器源自于块编辑器。因此，用于控制块编辑器的设置对工具集编辑器也有影响。例如，如果更改块编辑器的背景颜色，则工具集编辑器的背景颜色也会更改。在工具集编辑器中，在绘图区域上方会显示一个特殊的功能区上下文选项卡。功能区未处于活动状态时，会显示一个特殊的工具栏。功能区上下文选项卡和工具栏都提供了用于构建工具集的工具。用户可在工具集编辑器中执行操作的详细信息，可参见“关于细分工

具集”下面的介绍信息。

☑ 删除✖：在工具集编辑器中打开选定的工具集或视图。

☑ 文件位置：指定工具集库的路径、路径信息文件和标准工具集配置文件，如图 10-4 所示。

☑ 标准工具集过滤器：通过应用过滤器限制显示的工具集，如图 10-5 所示。



图 10-4 文件位置



图 10-5 标准工具集过滤器

展开工具集树状结构，将鼠标移动到零部件的视图名称上，单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单上选择“编辑”选项，将进入“工具编辑器”模式，零件视图也进入编辑状态，如图 10-6 所示。

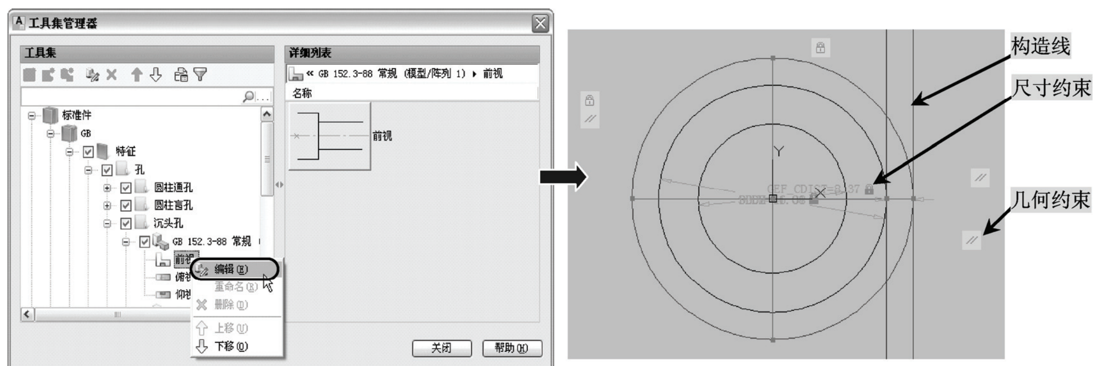


图 10-6 进入“工具编辑器”

为了保持标准零件工具集库的完整性，AutoCAD Mechanical 不允许用户修改几何图形或约束，但用户可以执行以下操作。

☑ 添加行：为向现有零件族中添加零件。例如，与标准零件库中的某个螺钉直径和类型相同，但长度不同的螺钉。

☑ 更改单元的值：通常，用户需更改单元的值，以更改库中特定项目的材料，或修改诸如密度等特性。这里特别提一下更改“PAST”列中的值，此列可控制选定的行将针对哪个预选过滤器做出反应。预选过滤器将标准零件分组为标准零件和公司零件。在“AM:工具集”选项卡中，用户可以设定预选过滤器，这将告诉系统将显示哪个标准零件组。由于用户仅看到过滤后的列表，因此选择要插入到工程图中的零件变得更为容易。

☑ 添加用户定义的列并将其映射至零部件特性：添加诸如供应商或建议的价格等列



时，该列会显示在“BOM 表”中。如果要修改几何图形或约束，则在工具集管理器中将项目拖动到自定义工具集库中。项目位于自定义工具集库中后，用户对所有可用的自定义工具具有无限制的访问权限。

由于 AutoCAD Mechanical 附带的标准零件工具集库包含了超过五十万个标准零件和特征，如果在大量插入标准件时，用户一个一个地寻找，相当费时，这里有一些技巧，可以帮助用户快速访问常用的零件和特征。

☑ 由于工具集库可以包含许多项目，因此找到一个项目可能非常困难且耗费时间。如果用户经常使用的只是一部分项目，则可以将它们标记为收藏夹内容。随后，程序会将它们添加到“工具集库”对话框中的“收藏夹”面板。由于“收藏夹”面板只包含用户标记为收藏夹内容的项目，因此可以轻松地找到常用的零件/特征。例如，如果在工程图中经常使用各个尺寸的“GB/T 70 1-2000”螺栓，用户可将“GB/T 70 1-2000”添加到收藏夹的列表。从“收藏夹”面板中选择它时，AutoCAD Mechanical 将提示用户指定尺寸和视图以便插入。

☑ 如果为收藏夹预定义视图，插入将变得更简单。插入时，可以直接从“详细列表”面板选择视图并将其插入到工程图中。AutoCAD Mechanical 会提示用户输入尺寸。

☑ 如果仅有规律地使用一种尺寸的螺栓（例如，M12 × 15），用户也可以固定尺寸（为 M12 × 15）。固定尺寸后，在插入螺栓时，AutoCAD Mechanical 将不会提示用户确认尺寸。

☑ 用户可以任何方式组织收藏夹。像在“Windows 资源管理器”中组织文件一样，可以重命名收藏夹并将它们移动到文件夹（树的不同节点）中。

☑ 用户可以控制“工具集库”对话框的大小、位置和外观。

1）通过拖放边缘或拖放标题栏（位于窗口左侧，但在某些情况下位于右侧）可以调整对话框的大小。

2）通过单击▲和▼图标向上或向下滚动面板以充分利用可用空间。例如，设置收藏夹后，用户便不会频繁访问“工具集”面板。用户可向上滚动“工具集”面板并利用“收藏夹”面板的空间，如图 10-7 所示。此外，还可以使用调整尺寸窗格并仅保留“详细信息”，使用“地址”栏和图形按钮选择工具集。

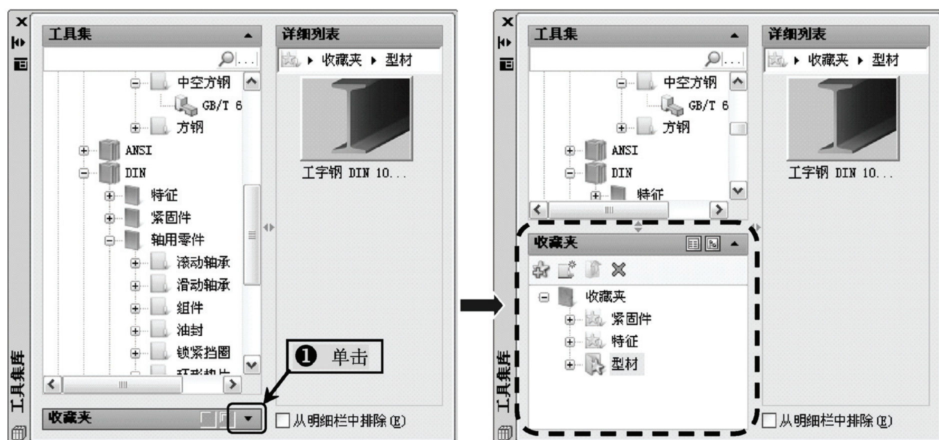


图 10-7　展开“收藏夹”面板

3）通过将对话框拖放到工程图区域的右侧或左侧固定区域，捕捉到固定位置，可以固定对话框，也可以通过双击其标题栏固定对话框。

4）通过拖放标题栏使其远离固定区域，可以取消固定对话框。拖动时按住〈CTRL〉键可以防止固定。

5）通过选择快捷菜单中的“固定右侧”或“固定左侧”可以固定对话框。当光标在固定的“工具集库”对话框上移动时，此对话框将打开或关闭。固定的“工具集库”对话框处于打开状态时，其内容将与绘图区域重叠。无法在其处于固定状态时将其设置为保持打开状态。

6）“工具集库”对话框处于浮动状态时，可以使用“自动消隐”，右键单击菜单选项将其隐藏。将鼠标指针移至“工具集库”对话框之上时，会展开该对话框；将鼠标指针移走时，会收起该对话框。

10.4 新建工具集

10 掌握

尽管 AutoCAD Mechanical 随附了超过五十万个标准零件和特征，但其中可能并不存在用户所需的特定项目。

例如，AutoCAD Mechanical 所附带的标准零件库不包含管道零件，为了在此类情况下为用户提供帮助，AutoCAD Mechanical 提供了构建用户自己的工具集并将其存储在自定义工具集库中的功能。

在一些情况下，用户需要更改现有的标准零件（例如，在特定位置具有孔的型材），为了在此类情况下为用户提供帮助，AutoCAD Mechanical 提供了将标准零件复制到自定义工具集库并根据需要进行修改的功能。

有时，用户需要对标准零件执行简单的更改（例如，将螺钉的材料从钢材改为铜），为了在此类情况下为用户提供帮助，AutoCAD Mechanical 允许用户自定义标准零件工具集库。

自定义工具集库中的工具集就像块库一样，在插入过程中，单一视图几何图形不会更新“BOM 表”或调整尺寸，它们也可能是完善的零件/特征，如标准零件工具集库中的零件/特征。

利用可用编写功能的自定义工具集具有以下功能。

☑ 提示用户从有效的尺寸列表中选择尺寸。

☑ 如果执行通过拖动来调整尺寸的操作，当用户拖动时即会捕捉到有效的尺寸。

☑ 从预定义的视图集中选择视图。

☑ 在插入时更新“BOM 表”。

☑ 涉及隐藏位置时，遵照自动特性管理规则并仅隐藏适当的对象。

☑ 放置在工程图中后，使用“ampowerview”命令生成其余的视图。

在新建工具集之前，用户必须有存储创建的工具集的工具集库。

在“工具集管理器”对话框中单击工具栏上的“新建”按钮，如图 10-8 所示。创建库时，用户需指定工具集库的文件名和位置，AutoCAD Mechanical 将新库直接添加在位于左侧树的“自定义工具集”节点下方。之后，用户可以创建文件夹，像处理标准工具集库那样组织工具集并对其分类。可以通过在树中上移文件夹，使常用的工具集更容易访问。



图 10-8 新建库

执行“新建工具集”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 新建工具集”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“新建工具集”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcontentadd”命令。

☑ 面 板：在“工具集”选项卡的“库”面板中，单击“新建工具集”按钮。

执行“新建工具集”命令（amcontentadd）后，将弹出“新建工具集”对话框，用户可以选择相关选项进行操作，如图 10-9 所示。



图 10-9 “新建工具集”对话框

选项讲解 “新建工具集”对话框 知识要点

☑ 从头开始创建：在不创建任何几何图形的情况下启动“工具集编辑器”。

☑ 使用当前工程图：用模型空间中的几何图形创建新视图。如果在“工具集编辑器”选项中选择“打开”，几何图形将加载到“工具集编辑器”中。

☑ 选择对象：使用所选择的几何图形创建新视图。
☑ 在当前工程图中选择块定义：用选定的块定义创建新视图。如果在“工具集编辑器”选项中选择“打开”，块定义将加载到“工具集编辑器”中。

10.5 工具集编辑器

工具集编辑器，是用于在自定义工具集库中构建和修改零件及特征的编写环境，它源自于块编辑器。因此，用于控制块编辑器的设置对工具集编辑器也有影响。



10.5.1 工具集编辑器概述

在工具集编辑器中，绘图区域上方会显示一个特殊的功能区上下文选项卡。功能区未处于活动状态时，会显示一个特殊的工具栏，其功能区上下文选项卡和工具栏都提供了用于构建工具集的工具。

工具集管理器支持用户将零件或特征添加到工具集库。
☑ 通过向自定义工具集库添加当前的工程图。
☑ 通过向自定义工具集库添加选定的几何图形。
☑ 通过向工具集库添加块。
☑ 通过从头开始创建项目。
☑ 通过从标准零件库复制项目。

通过前 4 种方法，可以创建在标准零件工具集库中不存在的项目。通过最后一种方法，可以创建属于现有标准零件或特征变体的项目。例如，具有倒角边的型材。

如果作为新项目添加的选择集包含从工具集库插入的零件或特征，则这些零件或特征会被忽略。但是，如果预先分解它们，则它们不会被忽略。

例如，假设有一个带有孔的平板的工程图，其中孔是从标准零件库插入的，如果向自定义工具集库添加平板，则孔会被忽略；但是，如果在向库添加平板之前先分解孔，则孔不会被忽略。



10.5.2 工具集编辑器的选项

当用户执行“新建工具集”命令（amcontentadd），在“新建工具集”对话框中选择相关选项，并单击“确定”按钮后，系统将进入到“工具集编辑”模式，面板自动切换到“工具集编辑器”选项卡，如图 10-10 所示；并弹出“块编写选项板”选项板，如图 10-11 所示。



图 10-10 “工具集编辑器”选项卡





图 10-11 “块编写选项板”选项板

选项讲解 “工具集编辑器”的选项 知识要点

- ☑ 基点（amcbase）：为在工具集编辑器中编辑的视图插入基点。只可以为每个视图插入一个基点。必须向基点添加几何约束或尺寸约束，以参数化定义其位置。
- ☑ 填充（amchatch）：标记当在工程图中插入工具集时要用填充图案填充的区域。在工程图中创建工具集时，工具集填充对象会捕获需要填充的边界和需要应用到填充的填充特性信息。
- ☑ 阵列（amcarray）：标记在工程图中插入工具集时要加入阵列的对象。在工程图中插入工具集后，AutoCAD Mechanical 会创建所标记对象的副本，并以等距的矩形或环形阵列排列。在工具集编辑器中不会执行复制。
- ☑ 零件参照（amcpartref）：在视图中插入工具集零件参照。只可以在视图中放置一个零件参照。必须向工具集零件参照中添加几何约束或尺寸约束，以参数化定义零件参照的位置。如果零件参照未受约束，则将其放置在视图中时，会在绝对坐标处创建最终零件参照。
- ☑ 构造几何图形（bconstruction）：用于在“块编辑器”中将几何图形转换为构造几何图形。可以使用该几何图形作为块中其他几何图形的参照。此命令还可控制构造几何图形的显示，以及将构造几何图形重新更改为常规几何图形。块参照中不显示构造几何图形，它在块编辑器中以灰色虚线线型显示，无法修改构造几何图形的颜色、线型或图层。
- ☑ 约束显示状态（bconstatusmode）：打开或关闭约束显示状态，基于约束级别控制对象着色。显示状态为打开时，将根据对象是局部受约束、完全受约束、受过度约束还是不受约束来对其进行着色（“0”为关闭约束显示状态，“1”为打开约束显示状态）。
- ☑ 参数管理器（-parameters）fx：打开“参数管理器”选项板，它包括当前图形中的所有标注约束参数、参照参数和用户变量。
- ☑ 族表（amctable）：切换族表的可见性。族表是一个数据库编辑器，其中存储了工具集库中零件和特征的参数和尺寸。
- ☑ 块编写选项板（bauthorpalette）：显示块编辑器中的“块编写选项板”窗口。只

能从块编辑器中打开“块编写选项板”窗口。

☑ 测试（amctestcontent）：在所编写的零件或特征的当前状态下测试其视图。一次只能打开一个“测试工具集”窗口。

☑ 保存（amcsave）：存当前视图。保存工具下面有“保存”和“另存为”两个选项。

☑ 关闭编辑器（amcclose）：关闭工具集编辑器。





10.5.3 工具集编辑的技巧

在工具集编辑器中对零部件工具进行编辑，是一项复杂而富有逻辑性的工作，下面介绍一些较好的方法，可以帮助用户节省时间。

☑ 对尺寸约束使用有意义的命名约定：可以使用族表在各个视图之间链接尺寸约束，因此，尺寸约束在各个视图中必须具有相同的名称。如果使用命名约定，不同视图中的同一尺寸约束具有不同名称的可能性就会降至最低。此外，在执行通过拖动来调整尺寸的操作期间，用户会看到尺寸约束的名称，因此，为约束使用的名称必须使最终用户在看到名称时能明白其含义。

☑ 将族表用于尺寸约束计算：不能使用表达式来计算尺寸约束，而是使用族表计算。可在同一零件/特征的多个视图中访问族表。有关族表的详细信息，请参见“通过族表定义有效尺寸”。只有在约束未用于多个视图时，才可使用表达式来计算尺寸约束。

☑ 保持前台中闭合轮廓的数目为最小：当插入工具集库中的零件或特征时，AutoCAD Mechanical 会在前台为每个闭合轮廓执行“隐藏位置计算”。如果前台中闭合轮廓的数目相当多，则在插入时系统可能会发生资源阻塞。有时，闭合轮廓的数目可能不会立即就很多。例如，如果将闭合轮廓放置在阵列中，并且在插入时计算了大量的副本，便会导致原本不多的闭合轮廓变得过多。

10.6 工具集更改表示法

10 掌握

通过“更改表示法”命令，可以更改工具集库中选定的零件和特征在工程图中的表示方式，即标准、简化或符号化 3 种。

要执行“更改表示法”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 更改表示法”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“更改表示法”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amstdprep”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“工具”面板中，单击“更改表示法”按钮。

执行“更改表示法”命令（amstdprep）后，选择插入的标准件，将弹出“切换标准零件的表示法”对话框，在“2D 表示”选项中，有“符号”、“简化”和“标准”3 种选项，各种表示法的效果如图 10-12 所示。



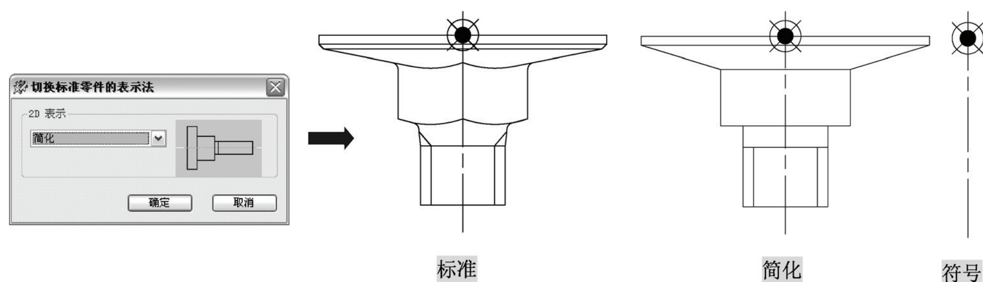


图 10-12 “2D 表示”选项中三种选项的区别

10.7 更新工具集

10 掌握

更新工具集可使在工程图中选定的工具集与相应的工具集库同步。当修改自定义工具集库或将较新版本工具集库复制到计算机上时，通常会使用此命令。此命令也可处理“Vario 库”，并且仅会更新无需提示用户进行进一步输入即可同步的工具集。

例如，在用户最初插入一个零件时，该零件不包含填充，当更新工具集库后，该零件将包含填充并会要求用户为填充参数输入值。在执行“更新工具集”命令时，此类零件不会更新，必须双击每个这样的零件（对该零件调用增强编辑）来进行更新。双击此类零件后，AutoCAD Mechanical 会提示用户输入缺少的参数并相应地进行更新。

要执行“更新工具集”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 更新工具集”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“更新工具集”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcontentupdate”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“工具”面板中，单击“更新工具集”按钮。

编辑好工具集之后，在图样中插入所编辑的图形，插入工具集包括插入零件和特征。

特征是零件的较小部分，例如孔、槽或槽口，是进行诸如加工或打孔等操作的结果。标准零件库包含可以直接插入到工程图的多个标准特征。

使用“工具集库”命令可以显示用户计算机在配置后可访问的所有工具集库中的工具集。此外，AutoCAD Mechanical 还提供一些命令用于按类别直接访问特征，这是访问标准零件/特征过滤列表的便捷方法。

与绘图标准不相关的特征无法通过“工具集库”命令进行访问。这些特征称为用户定义的特征，用户可以按类别直接访问它们。插入此类特征时，AutoCAD Mechanical 将提示用户提供尺寸，用户可以提供任意尺寸。

插入过程对于每一个特征来说都很相似。选择要插入的特征，再选择要插入的视图，然后指定尺寸。

如果使用“工具集库”命令，用户可以选择插入任何标准特征或自定义特征。如果使用按类别直接访问特征的命令，则仅可访问与该命令相关的特征。本页面链接的步骤分为两组，其中一组（插入通孔的步骤）介绍使用“工具集库”命令的过程。另一组（插入用户定义通孔的步骤）介绍使用按类别直接访问特征命令的步骤。

用户可以使用“增强视图”命令快速从存在于工程图中的标准特征生成视图（例如，从前视图创建俯视图）。

一学即会 新建工具集的实例操作

视频：新建工具集的应用.avi
案例：新建工具集零件.dwg
10 练习



本例应用本章学习的知识来完成一个工具集的建立。首先通过几何约束对零件形状进行约束；然后再通过尺寸约束对零件尺寸进行约束；接着再通过参数管理器对该零件的尺寸约束进行相关参数操作，使其转变成动态模式；最后通过测试看动态块是否绘制正确，并保存该动态块，其操作步骤如下：

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\10\新建工具集零件素材.dwg”文件；再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\10\新建工具集零件.dwg”文件。

2）执行“新建工具集”命令（amcontentadd），在弹出的“新建工具集”对话框中选择“使用当前工程图”选项，单击“确定”按钮，进入到“工具集编辑”模式，如图 10-13 所示。

3）执行“基点”命令（amcbase），将“基点”放置于直径为 6 的圆心上，如图 10-14 所示。

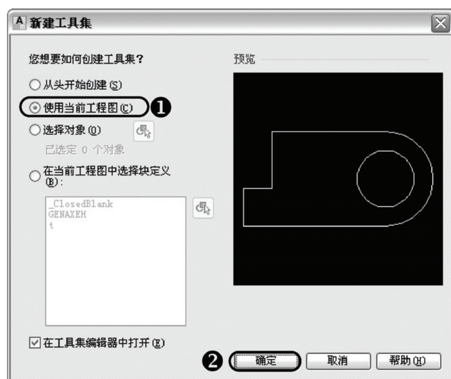


图 10-13 “新建工具集”对话框

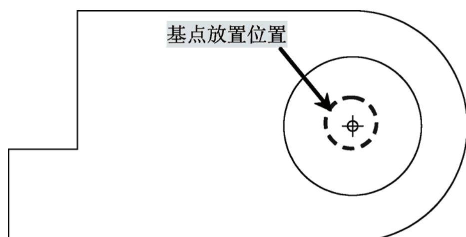


图 10-14 放置基点

4）在块编写选项板上单击选择“几何约束”选项卡，选择“重合”工具，对图中所示位置进行“点重合”参数编辑，如图 10-15 所示（“点重合”用于保证图形作为动态零部件插入时线段与线段之间始终保持闭合状态）。

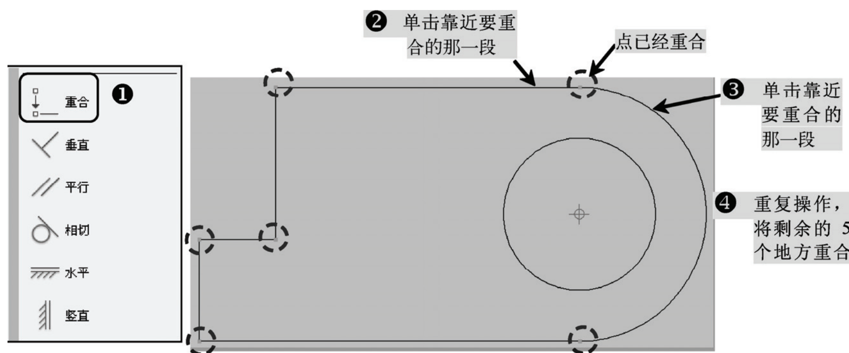


图 10-15 重合点参数操作

5）在块编写选项板上单击，选择“几何约束”选项卡，选择“同心”工具，对图中的两个圆心进行“同心”参数编辑，如图 10-16 所示（“同心”用于保证图形作为动态零部件插入时圆与圆之间始终保持同心状态）。

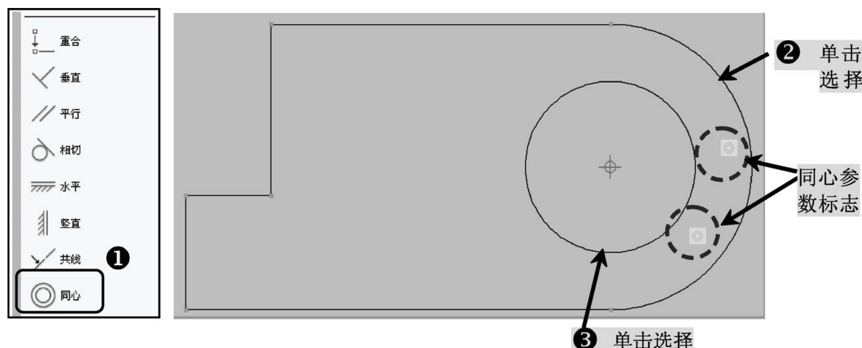


图 10-16　同心参数操作

6）在块编写选项板上单击选择“几何约束”选项卡，选择“垂直”工具，对图中所示的线段进行“垂直”参数编辑，如图 10-17 所示（“垂直”用于保证图形作为动态零部件插入时线段与线段之间始终保持互相垂直状态）。

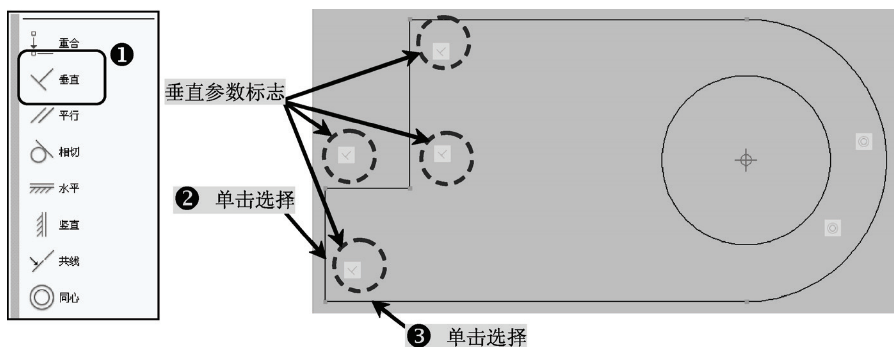


图 10-17　垂直参数操作

7）在块编写选项板上单击选择“几何约束”选项卡，选择“水平”工具，对图中所示的线段进行“水平”参数编辑，如图 10-18 所示（“水平”用于保证图形作为动态零部件插入时图形始终保持水平状态）。

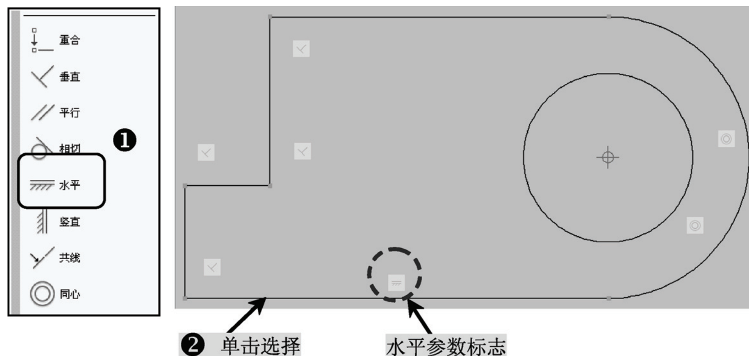


图 10-18　水平参数操作

8）在块编写选项板上单击选择“几何约束”选项卡，选择“相切”工具，对图中所示的线段进行“相切”参数编辑，如图 10-19 所示（“相切”用于保证图形作为动态零部件插入时图形线条与圆始终保持相切状态）。

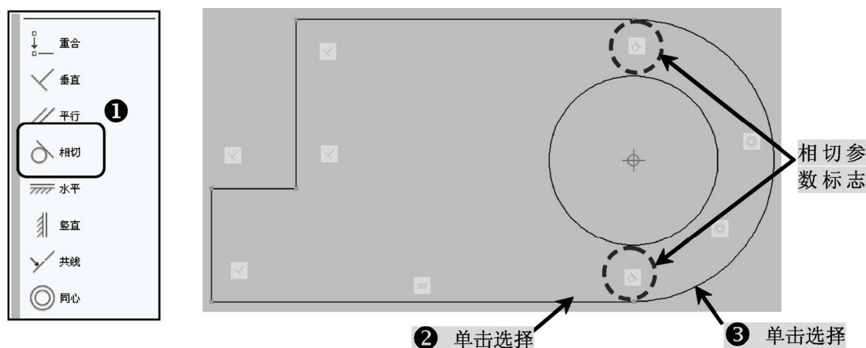


图 10-19 相切参数操作

9）在块编写选项板上单击选择“几何约束”选项卡，选择“固定”工具，对图中所示的圆进行“固定”参数编辑，如图 10-20 所示（“固定”用于保证图形作为动态零部件插入时图形线条固定在相对于世界坐标系的特定位置和方向上）。

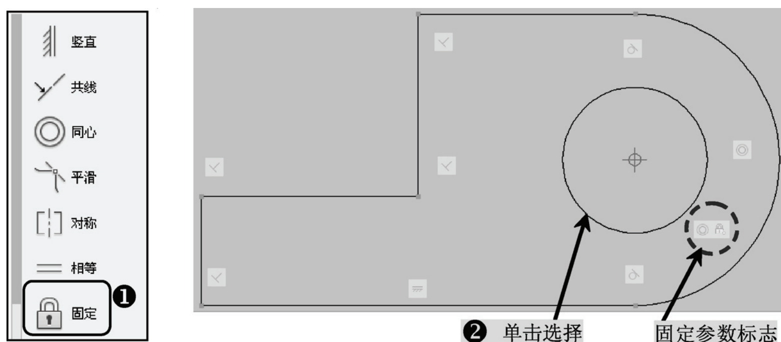


图 10-20 固定参数操作

10）在块编写选项板上单击选择“尺寸约束”选项卡，选择“半径”工具，对图中直径为 6 的圆进行“半径”标注，单击目标圆确定后，输入“Rmin=3”，如图 10-21 所示。

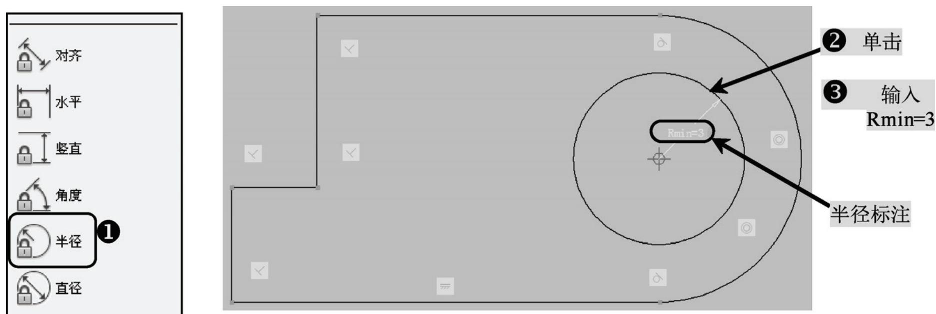


图 10-21 标注 Rmin

11）在块编写选项板上单击选择“尺寸约束”选项卡，选择“半径”工具，对图中半径为 5 的圆弧进行“半径”标注，单击目标圆确定后，输入“Rmax=5”，如图 10-22 所示。

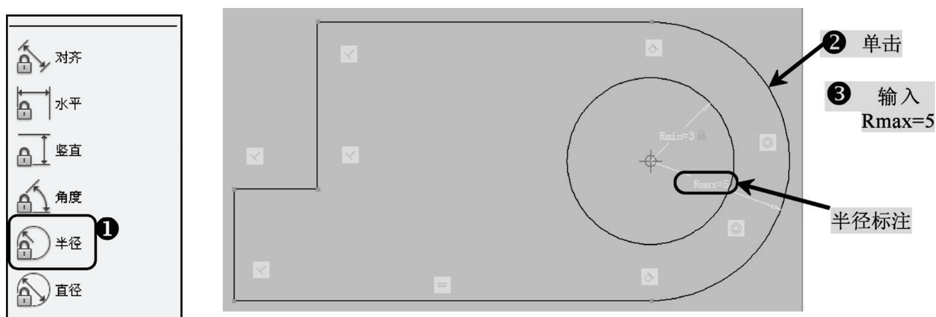


图 10-22　标注 Rmax

12）在块编写选项板上单击选择“尺寸约束”选项卡，选择“对齐”工具，对图中所示线段进行“对齐”标注，单击目标对象确定后，输入“Dmin=12”，如图 10-23 所示。

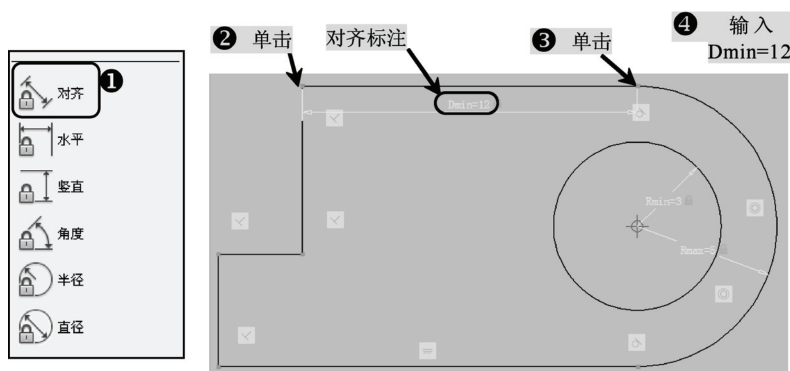


图 10-23　标注 Dmin

13）在块编写选项板上单击选择“尺寸约束”选项卡，选择“对齐”工具，对图中所示线段进行“对齐”标注，单击目标对象确定后，输入“Dmax=15”，如图 10-24 所示。

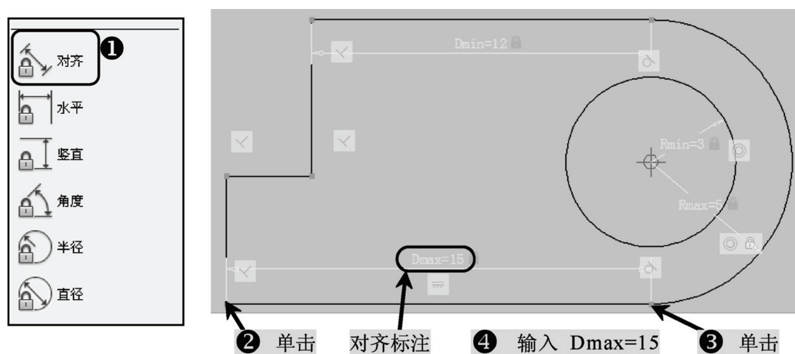


图 10-24　标注 Dmax

14）在块编写选项板上单击选择“尺寸约束”选项卡，选择“对齐”工具，对图中所示线段进行“对齐”标注，单击目标对象确定后，输入“Lmin=6”，如图 10-25 所示。

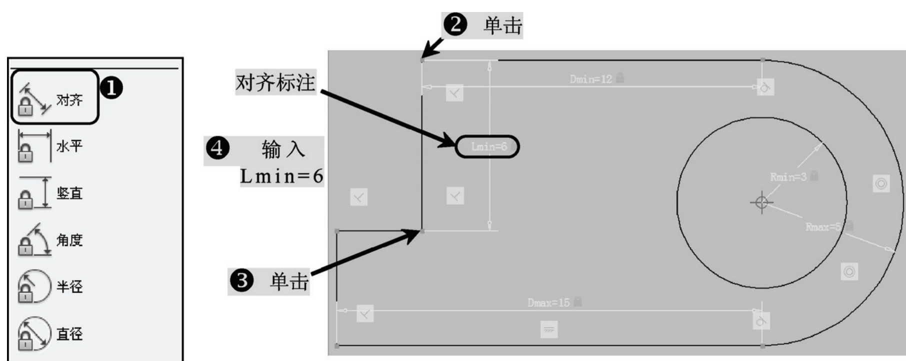


图 10-25 标注 Lmin

15）在工具集编辑器选项板上的“管理”面板上单击选择“参数管理器”按钮，将弹出“参数管理器”选项板，双击“标注约束参数”选项中的表达式栏进行更改。依次更改为 Dmax（Dmin*2），Dmin（Rmax*1.5），Lmin（Rmin*2.5），Rmax（Rmin*2），这些更改表示通过输入一个参数或者几个参数使其他尺寸进行自动更改，更改后“参数管理器”选项板中“尺寸选择集”中的参数将自动发生变化，如图 10-26 所示。更改参数后的图形如图 10-27 所示。



图 10-26 参数管理器中的操作

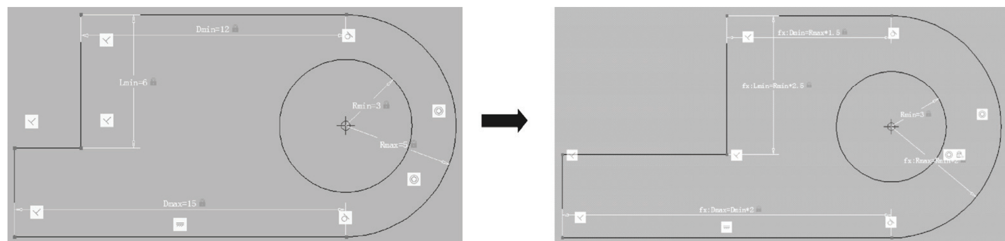


图 10-27 定义参数后图形变化

16）在工具集编辑器选项板上的“管理”面板上单击选择“族表”按钮，将弹出“族表”选项板，在“族表”选项板中单击“添加列”按钮，将弹出“新列”对话框，在“新列”对话框中单击列选项中的“查询”按钮，将弹出“查找参数”对话框，选择“Rmin”，单击“确定”按钮，在“新列”对话框中单击“确定”按钮，此时“族表”选项板中已建立相关族表，如图 10-28 所示。

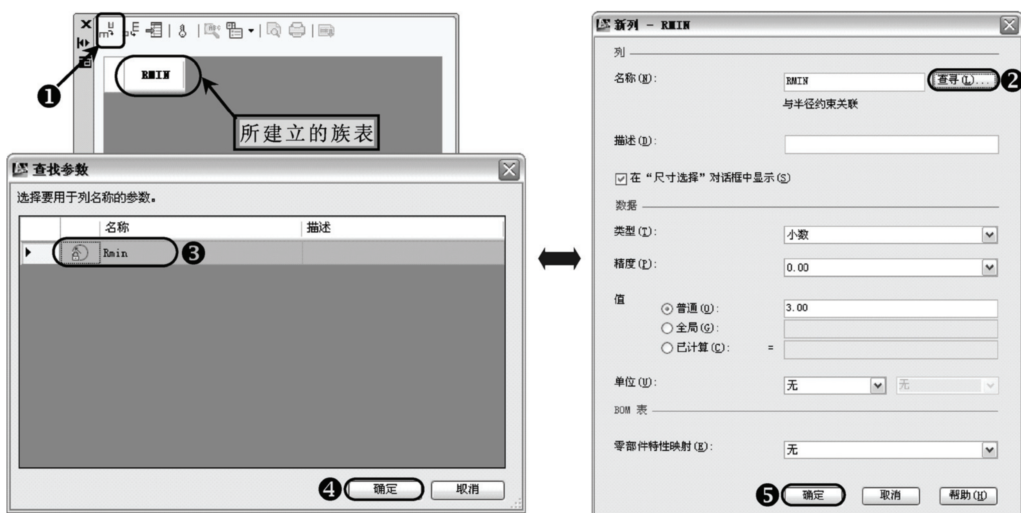


图 10-28　创建族表

17）在“族表”选项板中单击“添加行”按钮，“族表”选项板中将自动为“RMIN”族添加一行参数，需要几行参数就单击几次，例如，为该族添加四行参数，单击四次，然后双击族下面的参数值，进行更改，依次更改为 3、6、9、12，如图 10-29 所示。

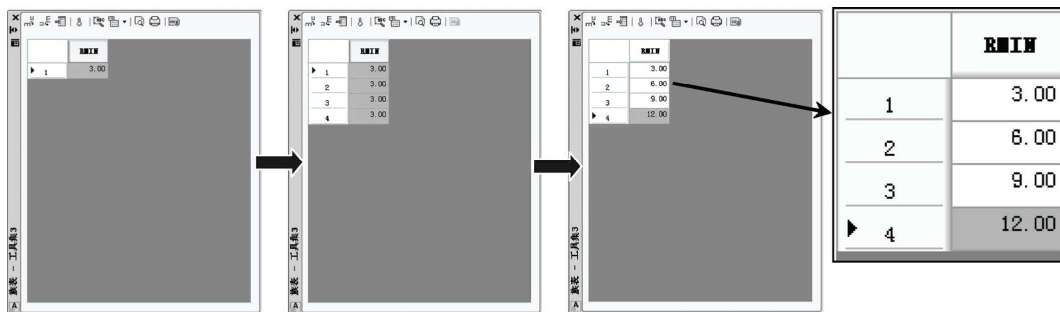


图 10-29　输入族表中的参数

18）在工具集编辑器选项板上的“工具集视图”面板上单击选择“测试”按钮，将弹出“工具集-尺寸选择集”对话框，单击“值”所在的列，将出现一个下拉菜单按钮，单击下拉菜单按钮，将出现上一步设置的四个参数值，用于选择，如图 10-30 所示。

19）单击“完成”按钮，回到“测试”环境，单击“关闭测试工具集”按钮，回到“工具集编辑器”环境，在工具集编辑器选项板上的“工具集视图”面板上单击选择“保存”按钮，对当前所编辑的图形进行保存，再单击“关闭编辑器”按钮，退出“工具集编辑器”环境。



图 10-30　测试操作

20）执行“工具集库”命令（amcontentlib），将弹出“工具集库”选项板，在“工具集”选项中依次展开“自定义工具集/库 2（用户所建的新库）/工具集（用户所建的工具集）”，在“详细列表”选项中单击绘制图形的缩略图，关闭“工具集库”选项板，在屏幕上指定插入点，指定旋转角，将弹出“工具集-尺寸选择集”对话框，单击“值”所在列的下拉菜单按钮，选择“12”，单击“完成”按钮，如图 10-31 所示。

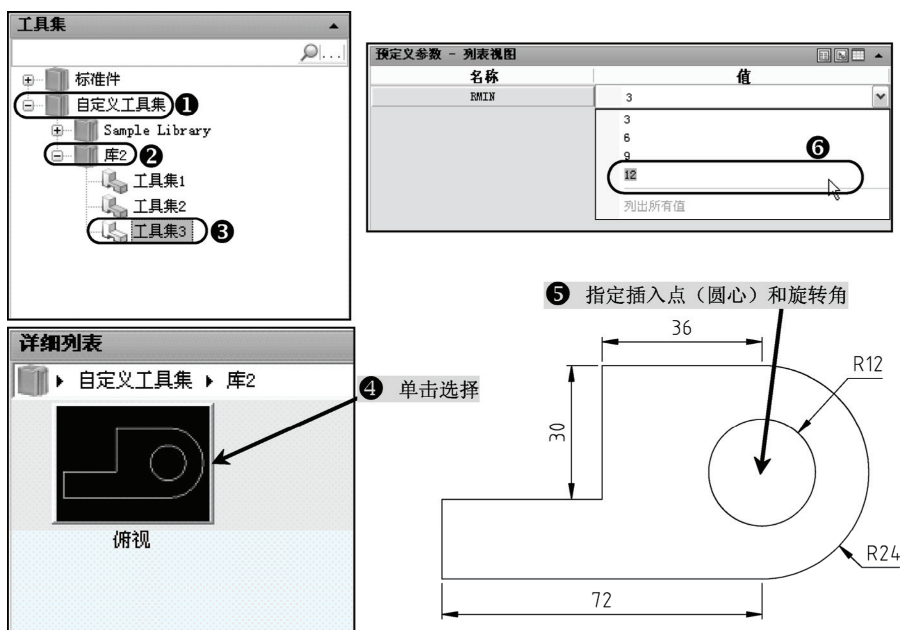


图 10-31　插入工具集中新建的零件

21）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件（用户可以核实相关尺寸关系）。

第 11 章

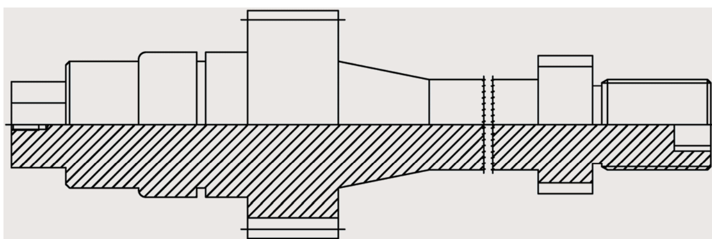
常用联接件工具集

内容摘要

该部分讲述的是 AutoCAD Mechanical 提供的在机械结构中常用的用于联接的工具集库，用户可以通过工具集直接插入零件库中的标准零件。

学习本章应对以下命令进行系统了解。

- 通孔、盲孔、沉头孔、倒角孔、螺纹通孔和螺纹盲孔
- 外螺纹、锥形外螺纹、锥形内螺纹和螺纹末端
- 通槽和盲槽
- 螺栓、垫圈、螺母、螺纹联接和螺纹模板
- 销和铆钉
- 螺塞、油嘴和密封圈
- 钻孔套筒
- 轴断
- 中心孔和退刀槽
- 滑动轴承和滚动轴承
- 挡圈、锁紧挡圈和环形垫片
- 密封件和锁紧螺母
- 平键/半圆键
- 轴生成器



11.1 孔

11 掌握

在公差与测量基础中，孔主要是指圆柱形的内表面，也包括非圆柱形的内表面（由两平行平面或切面形成的包容面）。在机械原理等学科中，对孔的尺寸和偏差等都有较完善的规定。



11.1.1 通孔和盲孔

1．通孔

通孔是指贯通的孔，是可以通过合适大小的物件或者液体的孔。

通孔命令用于在零件图形中插入标准工具集库中的通孔。用户可以通过向导选择要插入的孔的类型、视图和直径。在前视图中，用户可以通过拖动来指定长度，但只有列为标准工具集的孔才能通过该命令访问。

要执行“通孔”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 孔 | 通孔”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“通孔”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amthole2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“通孔”按钮。

执行“通孔”命令（amthole2d）后，将弹出“选择通孔”对话框，在“工具集”选项中展开“通孔”下面的选项，选择相关标准的通孔，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入孔深度，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，通孔即绘制完成，如图 11-1 所示。在命令行中将显示如下提示信息：

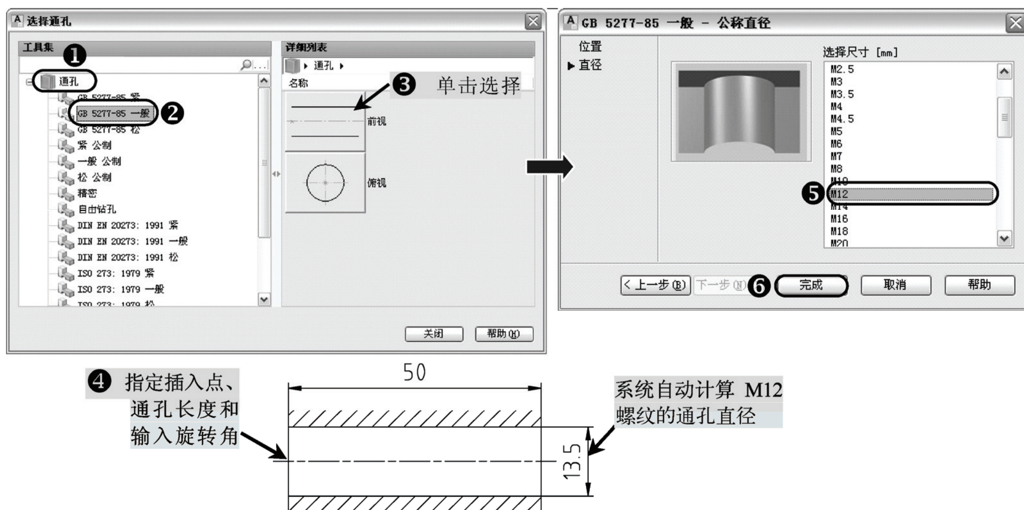


图 11-1　绘制通孔

命令: AMTHOLE2D　　　　　　// 执行“通孔”命令
指定插入点:　　　　　　　　// 指定插入点
指定孔深度: 50　　　　　　 // 输入孔有效深度
指定旋转角 <0>: 0　　　　// 输入旋转角

2．盲孔

盲孔是指零件中不通的孔，用于在零件图形中插入标准工具集库中的盲孔。

要执行“盲孔”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜孔｜盲孔”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“盲孔”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ambhole2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“盲孔”按钮。

执行“盲孔”命令（ambhole2d）后，将弹出“选择盲孔”对话框，在“工具集”选项中展开“盲孔”下面的选项，选择相关标准的盲孔，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入孔有效深度，盲孔即绘制完成，如图 11-2 所示。

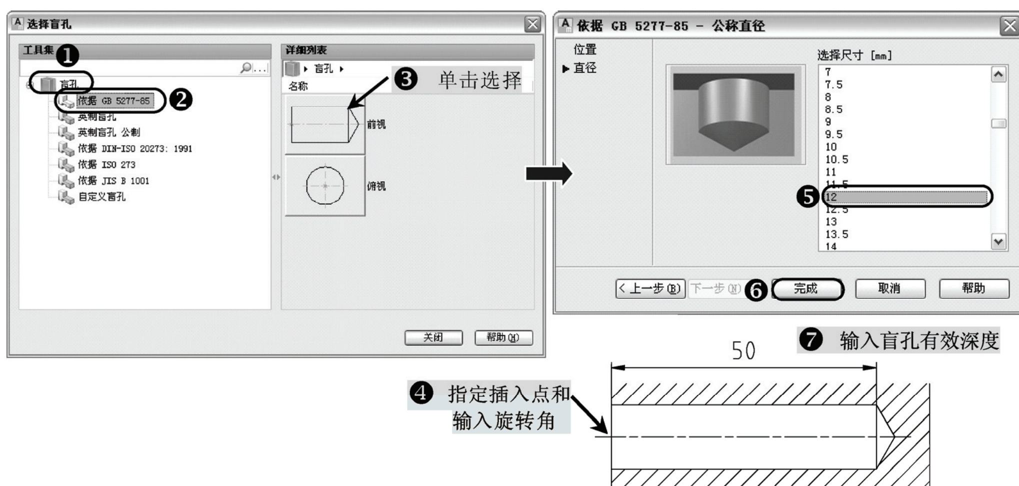


图 11-2　绘制盲孔

11.1.2　螺纹通孔和螺纹盲孔

1．螺纹通孔

螺纹通孔是指带螺纹的通孔，主要用于插入标准工具集库中的螺纹通孔。用户可以通过向导选择要插入孔的类型、视图和直径。在前视图中，用户可以通过拖动来指定长度。

要执行“螺纹通孔”命令，用户可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜孔｜螺纹通孔”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺纹通孔”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtapthole2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“螺纹通孔”按钮。

执行“螺纹通孔”命令（amtapthole2d）后，将弹出“选择螺纹通孔”对话框，在“工具集”选项中展开“螺纹通孔”下面的选项，选择相关标准的螺纹通孔，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入螺纹通孔深度，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，螺纹通孔即绘制完成，如图 11-3 所示。

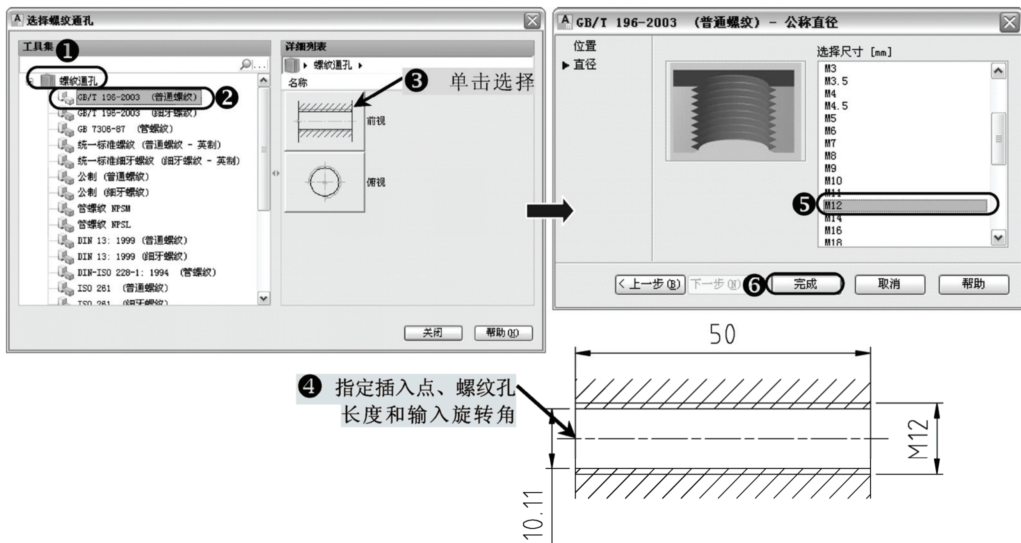


图 11-3　绘制螺纹通孔

2．螺纹盲孔

螺纹盲孔是指带螺纹的盲孔，主要用于插入标准工具集库中的螺纹盲孔。用户可以通过向导选择要插入孔的类型、视图和直径。在前视图中，可以通过拖动来指定长度。

要执行“螺纹盲孔”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜孔｜螺纹盲孔”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺纹盲孔”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtapbhole2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“螺纹盲孔”按钮。

执行“螺纹盲孔”命令（amtapbhole2d）后，将弹出“选择螺纹盲孔”对话框，在“工具集”选项中展开“螺纹盲孔”下面的选项，选择相关标准的螺纹盲孔，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入螺纹盲孔有效深度，螺纹盲孔即绘制完成，如图 11-4 所示。



11.1.3　外螺纹

外螺纹是指在圆柱或圆锥外表面上形成的螺纹，主要用于插入标准工具集库中的外螺纹。用户可以通过向导选择要插入螺纹的类型、视图和公称直径。

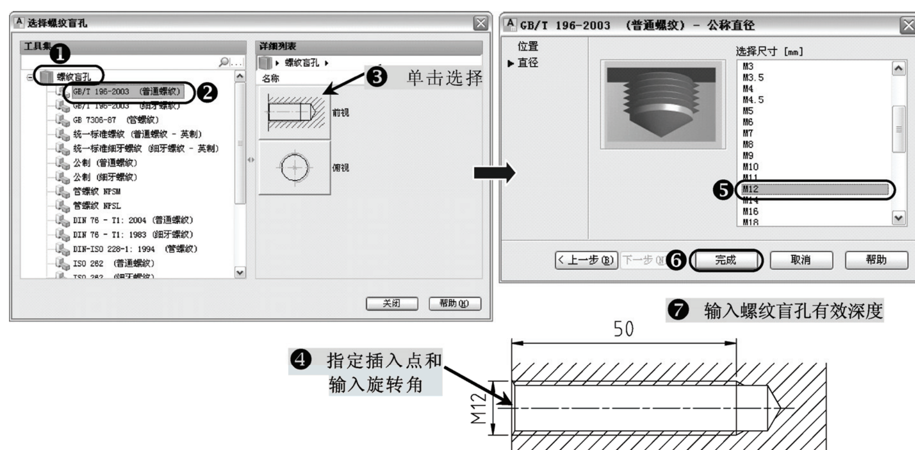


图 11-4　绘制螺纹盲孔

要执行“外螺纹”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜孔｜外螺纹”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“外螺纹”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amexthread2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“外螺纹”按钮。

执行“外螺纹”命令（amexthread2d）后，将弹出“选择外螺纹”对话框，在“工具集”选项中展开“外螺纹”下面的选项，选择相关标准的外螺纹，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入外螺纹长度，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，外螺纹即绘制完成，如图 11-5 所示。

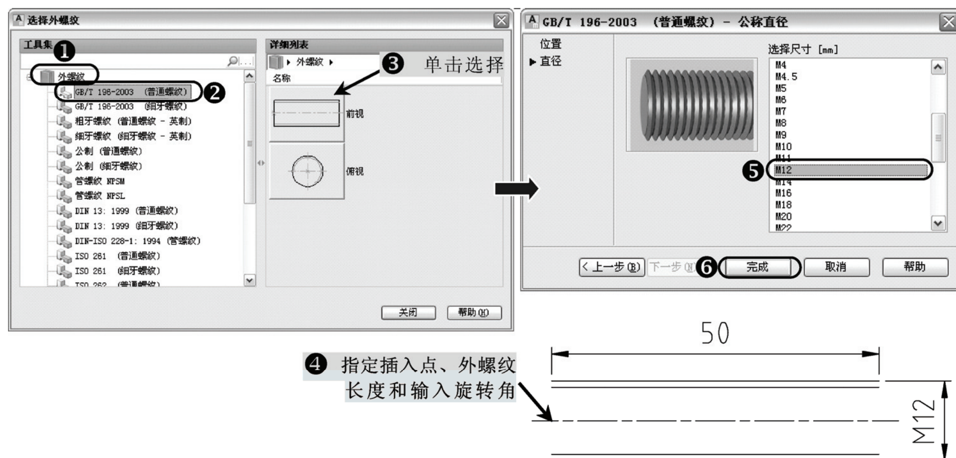


图 11-5　绘制外螺纹



11.1.4　螺纹末端

当螺纹终止时，螺纹端面的结束形式叫做螺纹末端，“螺纹末端”命令用于插入标准工具集库中的螺纹端。

要执行“螺纹末端”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜孔｜螺纹末端”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺纹末端”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amthreadend2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“螺纹末端”按钮。

执行“螺纹末端”命令（amthreadend2d）后，将弹出“选择外螺纹端”对话框，在“工具集”选项中展开“外螺纹端”下面的选项，选择相关标准的外螺纹端，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX–公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入外螺纹长度，外螺纹和螺纹末端即绘制完成，如图 11–6 所示。

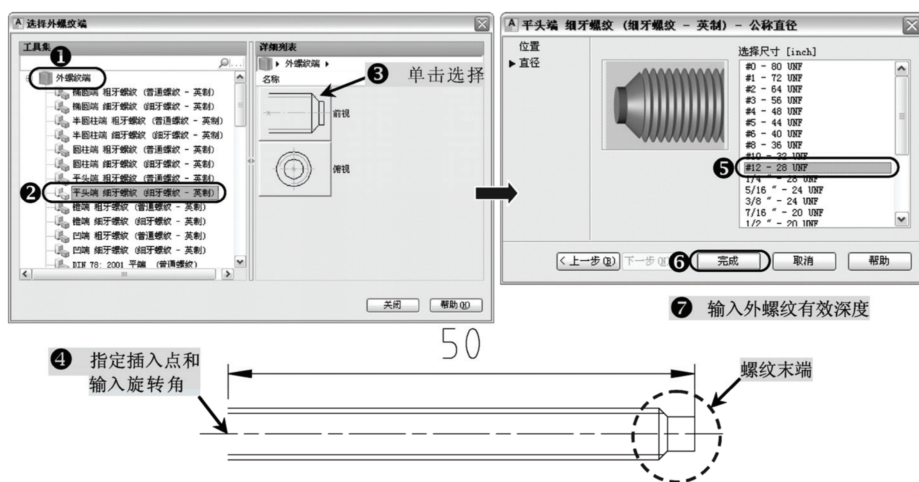


图 11–6　绘制螺纹末端

常用螺纹末端形式如表 11–1 所示。

表 11–1　常用螺纹末端形式

短圆柱端	长圆柱端	倒圆端	碾制末端
倒角端	凹端	锥端	截锥端
平端	刮削端	圆柱（平面端）导向端	截锥导向端



11.1.5 沉头孔和倒角孔

1．沉头孔

沉头孔是指螺栓孔上部扩孔后能容纳螺栓头部，使螺栓头部不高于周围表面的孔。

插入标准工具集库中的沉头孔。用户可以通过指定进入沉头孔的螺栓的局部视图来选择孔尺寸。只有列为标准工具集的沉头孔才能通过该命令访问。

要执行“沉头孔”命令，可以通过以下四种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 孔 | 沉头孔”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“沉头孔”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcountb2d”命令。

☑ 面 板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“沉头孔”按钮。

执行“沉头孔”命令（amcountb2d）后，将弹出“选择孔标准”对话框，依照图示步骤进行操作，绘制沉头孔，如图 11-7 所示。

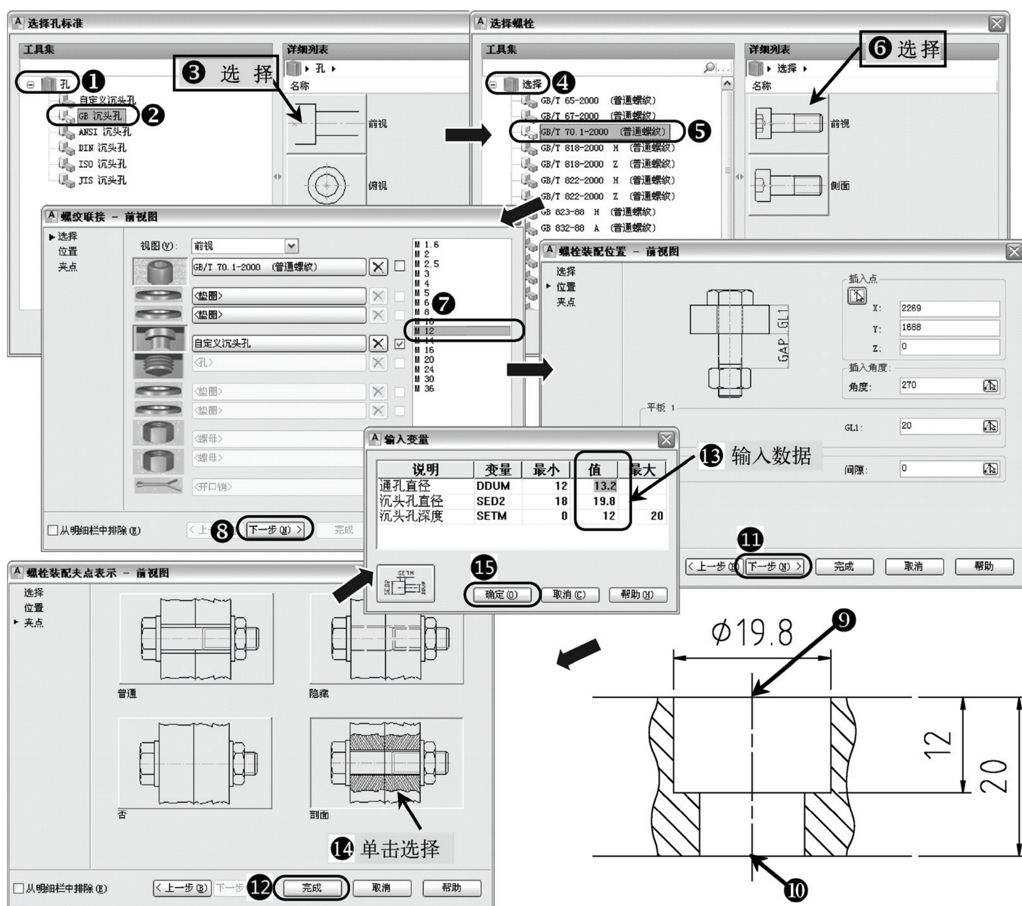


图 11-7 绘制沉头孔

上面介绍的是插入标准螺钉沉头孔的方法，如果用户要绘制非标准螺钉孔，可以使用

“自定义沉头孔”选项，如图 11-8 所示。

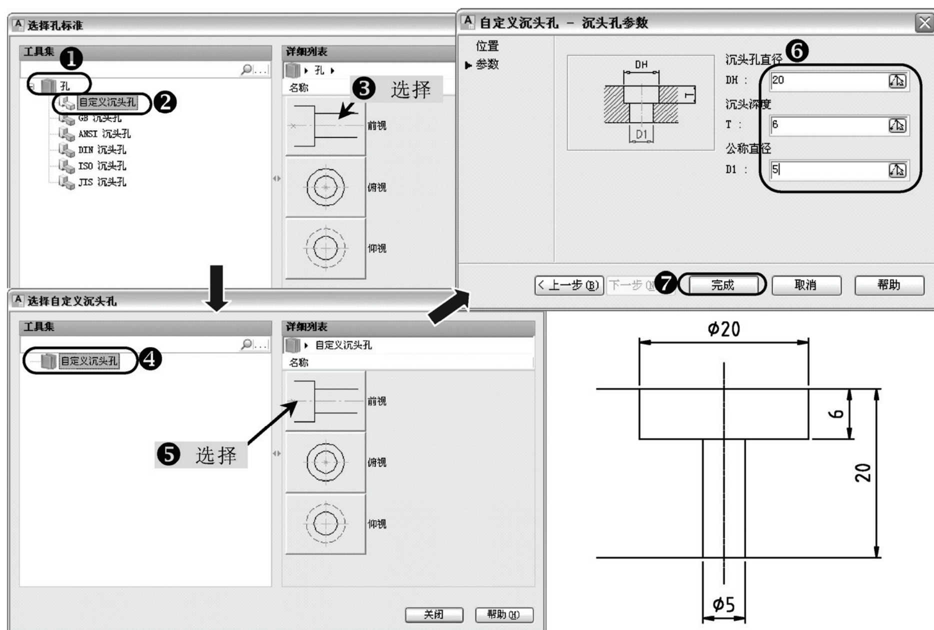


图 11-8　绘制自定义沉头孔

2．倒角孔

倒角孔是指对零部件上的通孔或盲孔进行倒角，“倒角孔”命令用于插入标准工具集库中的倒角孔。提供了倒角孔的类型和视图的选择列表，进入倒角孔螺栓的局部视图用于设置倒角孔的尺寸。

要执行“倒角孔”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 孔 | 倒角孔”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“倒角孔”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcounts2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“倒角孔”按钮。

执行“倒角孔”命令（amcounts2d）后，将弹出“选择孔标准”对话框，依照图示步骤进行操作，绘制沉头孔，如图 11-9 所示。

同样，用户也可以通过“自定义倒角孔”绘制所需要的倒角孔。



11.1.6　锥形外螺纹和锥形内螺纹

1．锥形外螺纹

锥形外螺纹是指带锥度的外螺纹，该命令是用于插入带锥度的外螺纹。用户可以通过向导选择要插入孔的类型、视图和直径。在前视图中，用户可以通过拖动来指定长度。在拖动时，工具提示将显示尺寸。只有列为标准工具集的孔才能通过该命令访问。

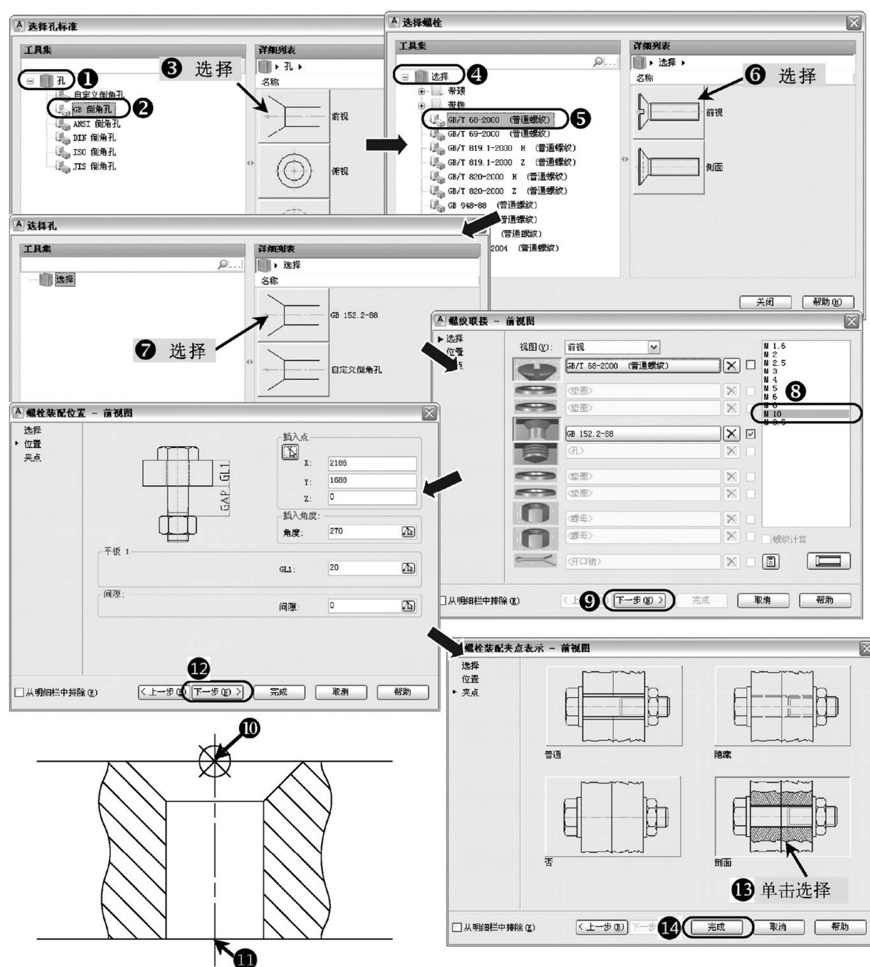


图 11-9　绘制倒角孔

执行“锥形外螺纹”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 孔 | 锥形外螺纹”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“锥形外螺纹”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtapethread2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“锥形外螺纹”按钮。

执行“锥形外螺纹”命令（amtapethread2d）后，将弹出“选择锥形外螺纹”对话框，在“工具集”选项中展开“锥形外螺纹”下面的选项，选择相关标准的锥形外螺纹，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入锥形外螺纹长度，外螺纹即绘制完成，如图 11-10 所示。

2．锥形内螺纹

锥形内螺纹是指带锥度的内螺纹，“锥形内螺纹”命令用于插入包含内螺纹的锥形孔。用户可以通过向导选择要插入孔的类型、视图和直径。在前视图中，用户可以通过拖动来指定长度。在拖动时，工具提示将显示尺寸。只有列为标准工具集的孔才能通过该命令访问。

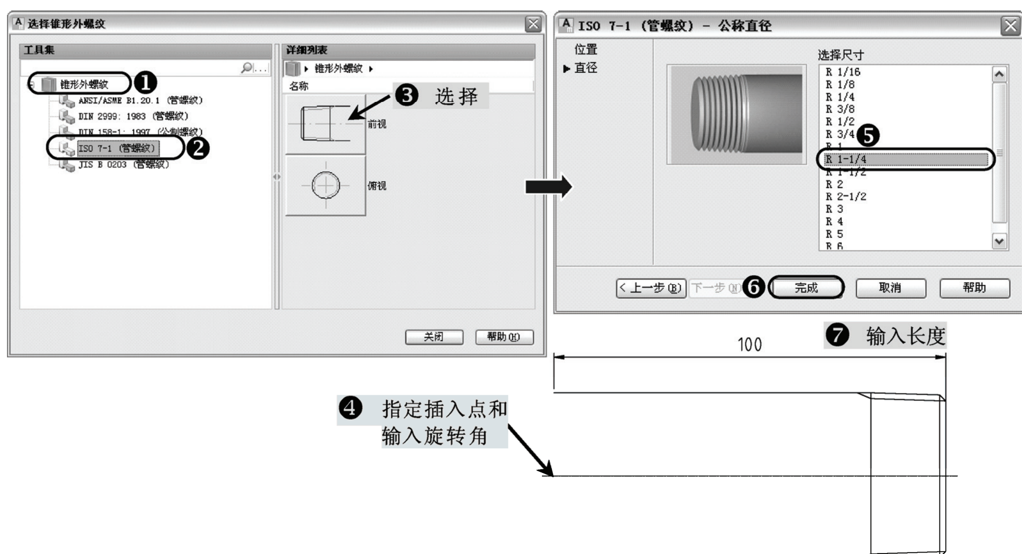


图 11-10 绘制锥形外螺纹

要执行“锥形内螺纹”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 孔 | 锥形内螺纹”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“锥形内螺纹”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtapithread2d”命令。

☑ 面 板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“锥形内螺纹”按钮。

执行“锥形内螺纹”命令（amtapithread2d）后，将弹出“选择锥形内螺纹”对话框，在“工具集”选项中展开“锥形内螺纹”下面的选项，选择相关标准的锥形内螺纹，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入锥形内螺纹长度，锥形内螺纹即绘制完成，如图 11-11 所示。

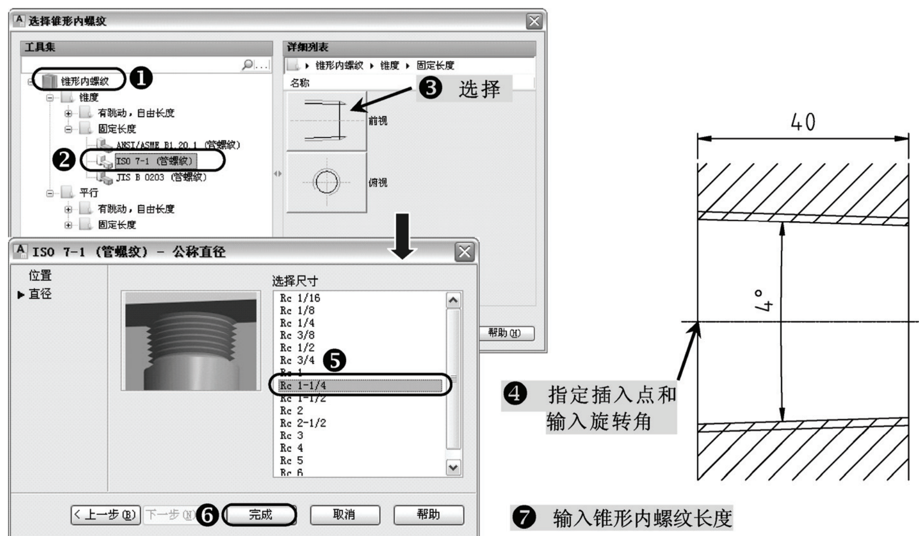


图 11-11 绘制锥形内螺纹





11.1.7 通槽和盲槽

1．通槽

通槽是指在通过工具的零件表面加工出一条贯穿整个零件的凹槽，作为榫卯结构的榫眼，“通槽”命令用于插入标准工具集库中的通槽。用户可以通过向导选择要插入槽的类型、视图和直径。可以通过拖动指定长度。只有列为标准工具集的通槽才能通过该命令访问。

要执行“通槽”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 孔 | 通槽”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“通槽”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtslot2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中，单击“通槽”按钮。

执行“通槽”命令（amtslot2d）后，将弹出“选择槽-通孔”对话框，在“工具集”选项中展开“槽-通孔”下面的选项，选择相关标准的通槽，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，再指定端点，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入通槽长度，该通槽即绘制完成，如图 11-12 所示。

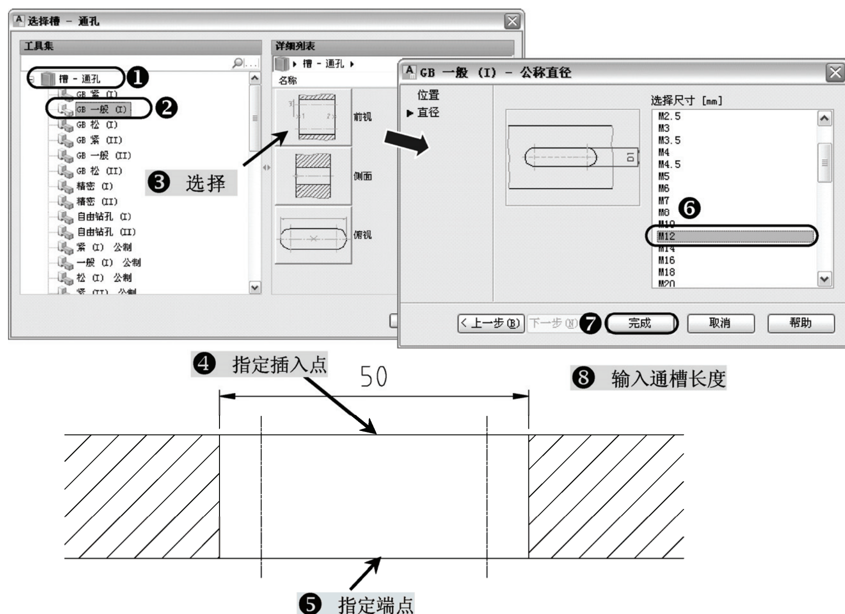


图 11-12　绘制通槽

2．盲槽

盲槽是指在通过工具的零件表面加工出一条一端开口，另一端封闭，不贯穿整个零件的凹槽，“盲槽”命令用于插入标准工具集库中的盲槽。帮助用户选择要插入的盲槽类型、视图和尺寸。只有列为标准工具集的盲槽才能通过该命令访问。

要执行“盲槽”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 孔 | 盲槽”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“盲槽”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ambslot2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“孔”面板中单击“盲槽”按钮。

执行“盲槽”命令（ambslot2d）后，将弹出“选择槽-盲槽”对话框，在“工具集”选项中展开“槽-盲槽”下面的选项，选择相关标准的盲槽，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，再指定端点，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入盲槽长度，该盲槽即绘制完成，如图 11-13 所示。

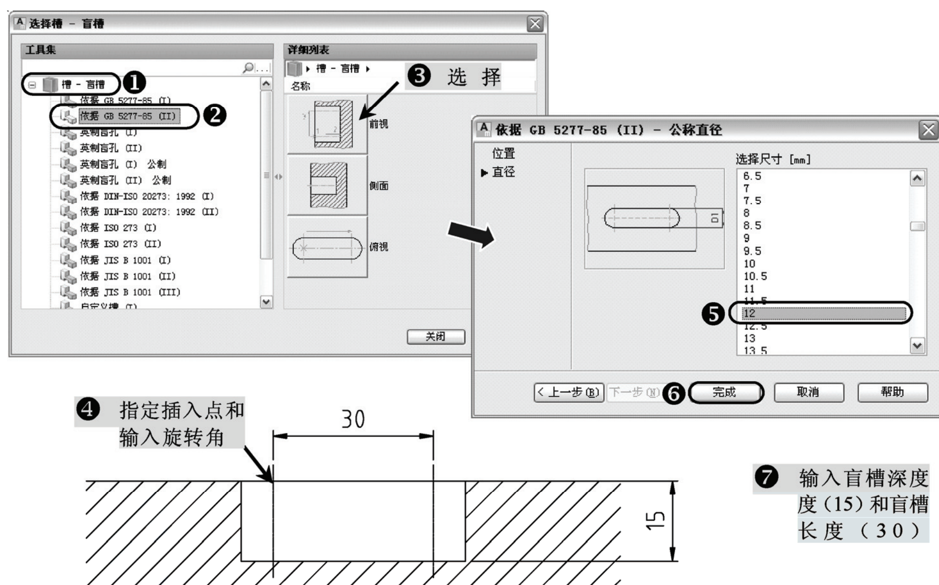


图 11-13　绘制盲槽

技巧提示　关于插入的零部件相关视图

学习笔记



当用户通过工具集命令插入零部件后，该零部件带有其他相关视图的参数，通过“增强视图”命令，可以绘制该零部件的其他相关视图。

11.2 紧固件和螺纹联接

11 掌握

紧固件是将两个或两个以上的零件（或部件）紧固连接成为一件整体时采用的一类机械零件的总称。它的特点是品种规格繁多，性能用途各异，而且标准化、系列化、通用化程度极高。紧固件是应用最广泛的机械基础件，需求量很大。

螺纹联接是用螺纹件（或被联接件的螺纹部分）将被联接件联成一体的可拆联接。



11.2.1 螺栓、垫圈和螺母

螺栓、垫圈与螺母等的配合使用，如图 11-14 所示，用于紧固连接两个或两个以上带有通孔的零件。如把螺母从螺栓上旋下，又可以使这两个零件分开，故螺栓连接是属于可拆卸连接。



图 11-14 螺栓、螺母和垫圈

1．螺栓

螺栓是由头部和螺杆（带有外螺纹的圆柱体）两部分组成的一类紧固件，需与螺母或螺纹孔配合，“螺栓”命令用于插入标准工具集库中的螺钉或螺栓。

用户可以通过向导选择要插入的螺栓/螺钉的类型、视图和直径。在主视图中，用户可以通过拖动来指定长度，并由此长度捕捉到可用尺寸。在拖动时，工具提示将显示尺寸。只有列入标准工具集的螺栓和螺钉才能通过该命令访问。

要执行“螺栓”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 螺栓”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺栓”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amscrew2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“螺栓”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，工具集提供了以下 7 种型式供用户选择，见表 11-2。

表 11-2 工具集中螺栓/螺钉的种类

沉头型	六角头型	盘头型	特殊头型	紧定螺钉	双头螺柱	自攻螺钉

执行“螺栓”命令（amscrew2d）后，将弹出“选择螺栓”对话框，在“工具集”选项中展开“螺栓”下面的选项，选择相关标准的内六角圆柱头螺钉，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入螺纹规格长度，内六角圆柱头螺钉绘制完成，如图 11-15 所示。

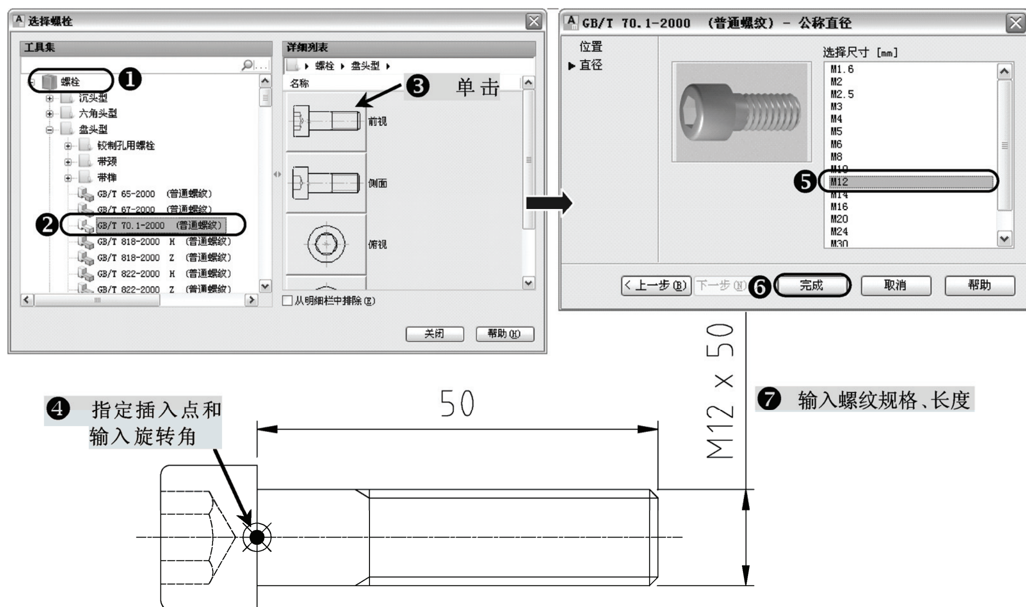


图 11-15 绘制螺栓

2．垫圈

垫圈是指垫在被连接件与螺母之间的零件。一般为扁平形的金属环，用来保护被连接件的表面不受螺母擦伤，分散螺母对被连接件的压力。“垫圈”命令用于插入标准工具集库中的垫圈。可以通过向导选择要插入垫圈的类型、视图和尺寸。只有列为标准工具集的垫圈才能通过该命令访问。

要执行“垫圈”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 垫圈”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“垫圈”按钮◎。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amwasher2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“垫圈”按钮◎。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，工具集提供了以下 4 种垫圈供用户选择，见表 11-3。

表 11-3 垫圈种类

普通垫圈	方斜垫圈	特殊垫圈	弹簧垫圈

执行“垫圈”命令（amwasher2d）后，将弹出“选择垫圈”对话框，在“工具集”选项中展开“垫圈”下面的选项，选择相关标准的弹簧垫圈，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击

"完成"按钮，弹簧垫圈绘制完成，如图 11-16 所示。

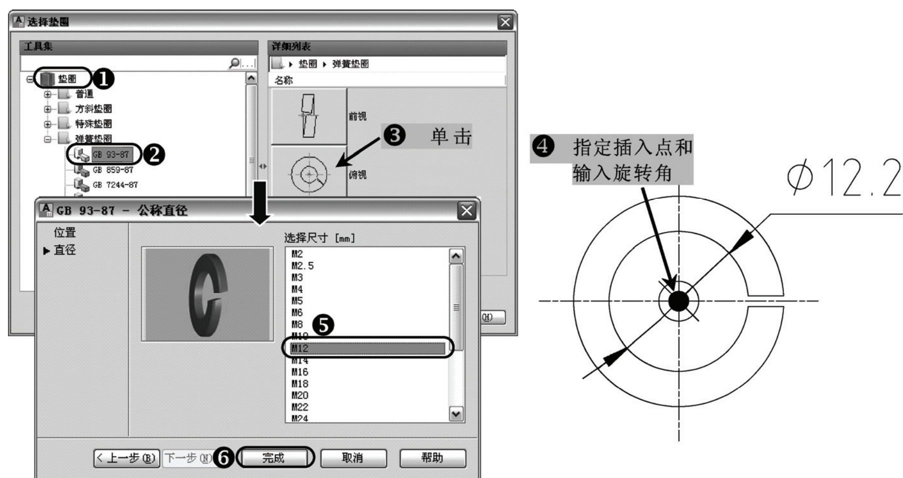


图 11-16　绘制弹簧垫圈

专业知识　组合垫圈　学习笔记

组合垫圈由橡胶圈和金属环整体粘合硫化而成，是用来密封螺纹和法兰连接的密封圆环，组合垫圈圆环包括一个金属环和一个橡胶密封垫。金属环防锈处理，橡胶密封垫一般采用耐油丁腈橡胶或氟橡胶。

3．螺母

螺母是一种通过内侧的螺纹，和具有同等规格的螺栓将两机械部件紧密连接在一起的零件。"螺母"命令用于插入标准工具集库中的螺母。用户可以通过向导选择要插入螺母的类型、视图和尺寸。

执行"螺母"命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择"工具集｜紧固件｜螺母"命令。

☑ 工具栏：在"工具集"工具栏上单击"螺母"按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入"amnut2d"命令。

☑ 面　板：在"工具集"选项卡的"紧固件"面板中，单击"螺母"按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，工具集提供了以下 6 种螺母供用户选择，见表 11-4。

表 11-4　工具集中螺母的种类

六角螺母	六角开槽螺母	盖型螺母	异形螺母	圆形螺母	带环螺母

执行“螺母”命令（amnut2d）后，将弹出“选择螺母”对话框，在“工具集”选项中展开“螺母”下面的选项，选择相关标准的六角开槽螺母，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，六角开槽螺母绘制完成，如图 11-17 所示。

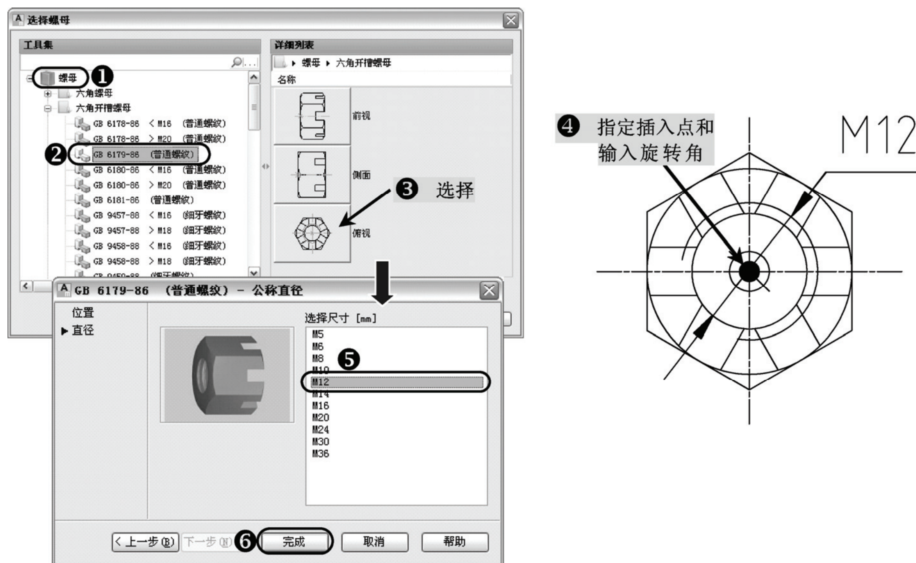


图 11-17　绘制六角开槽螺母



11.2.2　销

在机械中，销主要用于装配定位，也可用于安全装置中的过载剪断连接。图 11-18 所示为各种销的外形图。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，提供的销的种类有：圆柱销、圆锥销、带槽销、开口销和带孔销。



图 11-18　销

1．圆柱销

圆柱销通常用于零件定位，当圆柱销采用过盈配合固定在销孔内时，可以起一定的联接作用。“圆柱销”命令用于插入标准工具集库中的圆柱销。用户可以通过向导选择要插入的圆柱销的类型、视图和尺寸。只有列为标准工具集的圆柱销才能通过该命令访问。

执行“圆柱销”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜紧固件｜圆柱销”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“圆柱销”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcylpin2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“圆柱销”按钮。

执行“圆柱销”命令（amcylpin2d）后，将弹出“选择圆柱销”对话框，在“工具集”选项中展开“圆柱销”下面的选项，选择相关标准的圆柱销，在“详细列表”中选择相关视

图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入圆柱销的长度，在弹出的“选择零件规格”对话框中选择相关标准的规格，单击“确定”按钮，圆柱销绘制完成，如图 11-19 所示。

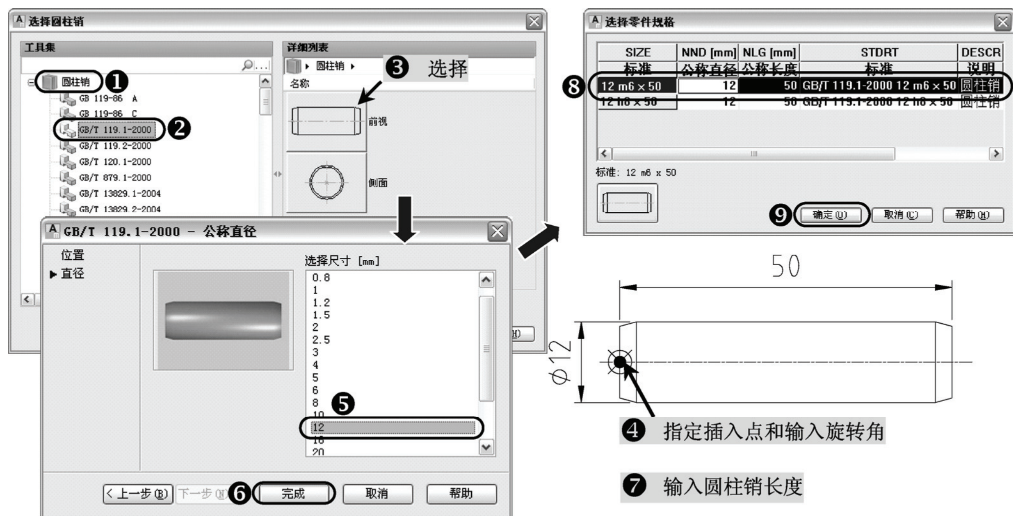


图 11-19　绘制圆柱销

2．圆锥销

圆锥销实际上就是一个圆台体。圆锥销在机械设备上，常用作定位销。“圆锥销”命令用于插入标准工具集库中的圆锥销。

用户以通过向导选择要插入的销的类型、视图和直径。在主视图中，可以通过拖动来指定长度，长度将捕捉到可用尺寸。在拖动时，工具提示将显示尺寸。只有列为标准工具集的圆锥销才能通过该命令访问。

要执行“圆锥销”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 圆锥销”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“圆锥销”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtaperpin2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“圆锥销”按钮。

执行“圆锥销”命令（amtaperpin2d）后，将弹出“选择圆锥销”对话框，在“工具集”选项中展开“圆锥销”下面的选项，选择相关标准的内螺纹圆锥销，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入长度，内螺纹圆锥销绘制完成，如图 11-20 所示。

3．带槽销

带槽销是指在销上增加一些槽，这些槽主要用于排气。“带槽销”命令用于插入标准工具集库中的带槽销。

用户可以通过向导选择要插入带槽销的类型、视图和直径。在前视图中，可以通过拖动来指定长度，长度将捕捉到可用尺寸。在拖动时，工具提示将显示尺寸。只有列为标准工具

集的带槽销才能通过该命令访问。

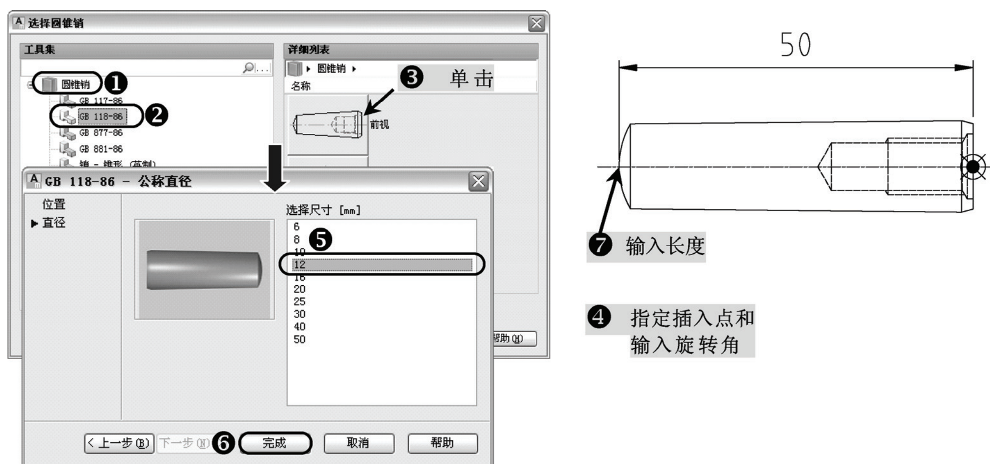


图 11-20 绘制内螺纹圆锥销

要执行“带槽销”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 带槽销”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“带槽销”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amgroovestud2d”命令。

☑ 面 板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“带槽销”按钮。

执行“带槽销”命令（amgroovestud2d）后，将弹出“选择带槽销”对话框，在“工具集”选项中展开“带槽销”下面的选项，选择相关标准的带槽销，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入带槽销长度，带槽销绘制完成，如图 11-21 所示。

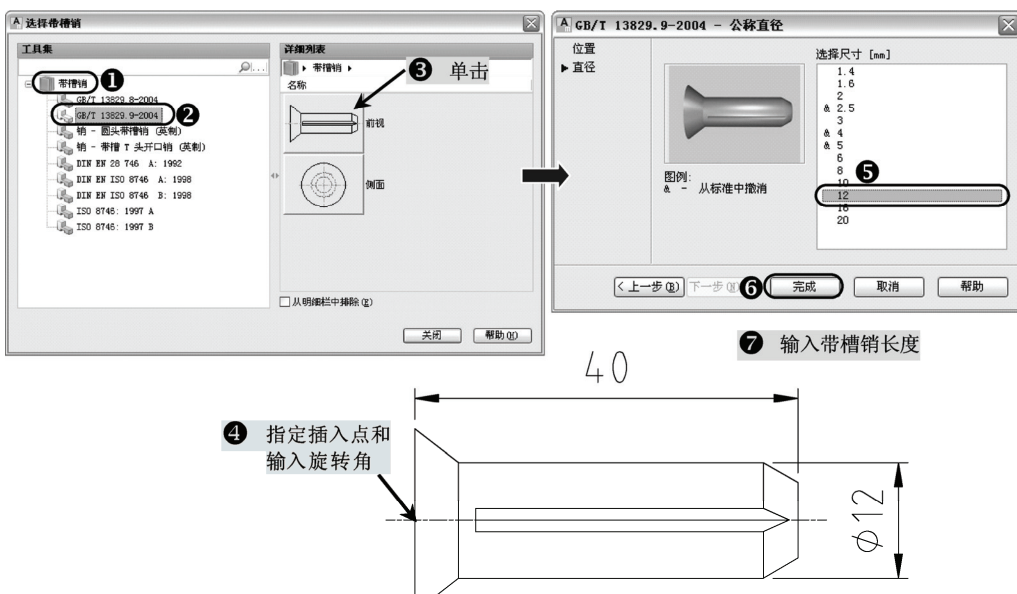


图 11-21 绘制带槽销

4．开口销

开口销主要用于螺纹联接防松。螺母拧紧后，把开口销插入螺母槽与螺栓尾部孔内，并将开口销尾部掰开，防止螺母与螺栓的相对转动。

“开口销”命令用于插入工具集中的开口销。用户可以通过向导选择要插入开口销的类型、视图和尺寸，只有列为标准工具集的开口销才能通过该命令访问。

要执行“开口销”命令，用户可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 开口销”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“开口销”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcotterpin2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“开口销”按钮。

执行“开口销”命令（amcotterpin2d）后，将弹出“选择开口销”对话框，在“工具集”选项中展开“开口销”下面的选项，选择相关标准的开口销，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入开口销长度，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，开口销绘制完成。如图 11-22 所示。

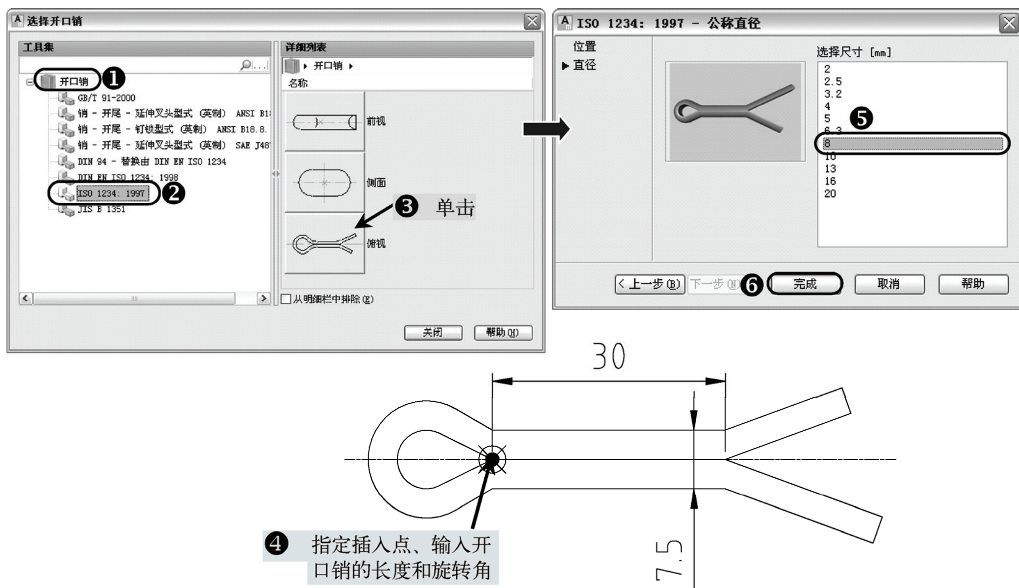


图 11-22　绘制开口销

5．带孔销

带孔销是指两端带有小孔或者一端有小孔另一端带一盘头的销零件。

“带孔销”命令用于插入工具集中的带孔销。用户可以通过向导选择要插入带孔销的类型、视图和尺寸。只有列为标准工具集的带孔销才能通过该命令访问。带孔销一般分为两种：无头型和带头型，如图 11-23 所示。

要执行“带孔销”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 带孔销”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“带孔销”按钮。

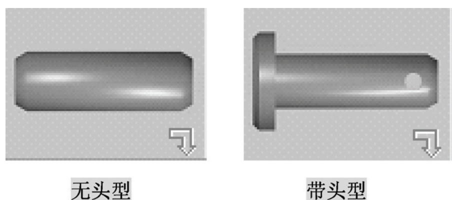


图 11-23　带孔销分类

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amclevispin2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“带孔销”按钮。

执行“带孔销”命令（amclevispin2d）后，将弹出“选择带孔销”对话框，在“工具集”选项中展开“带孔销”下面的选项，选择相关标准的带孔销，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，输入带孔销长度，带孔销绘制完成，如图 11-24 所示。

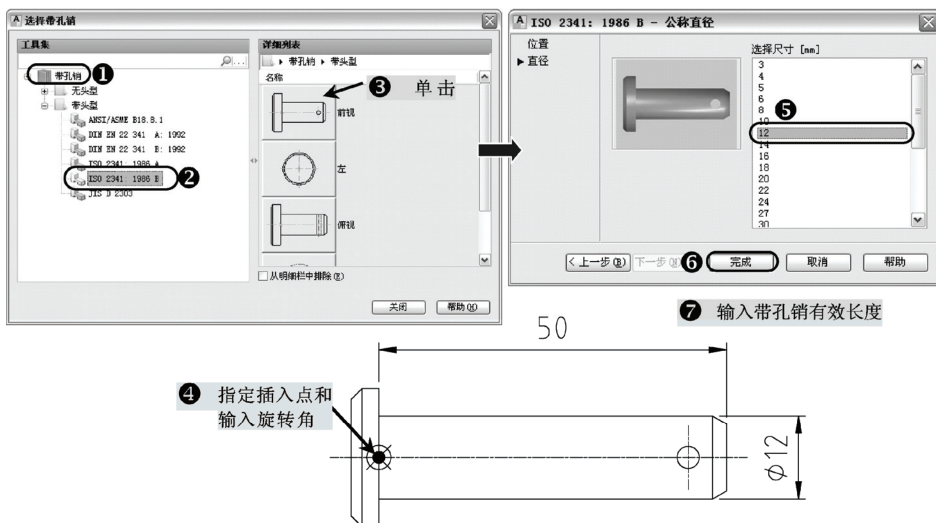


图 11-24　绘制带孔销

11.2.3　铆钉

铆钉是一种用金属制成的一端有帽的杆状零件，穿入被联接的构件后，在杆的外端打、压出另一头，利用自身形变或过盈连接被铆接的零件，将构件压紧、固定，图 11-25 所示为几种铆钉的外形图。



图 11-25　铆钉

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，提供了两种铆钉：普通铆钉和沉头铆钉。

1．普通铆钉

普通铆钉是常用的铆钉，“普通铆钉”命令用于插入工具集中的普通铆钉，用户可以通过向导选择要插入的普通铆钉的类型、视图和直径。在主视图中，可以通过拖动来指定长度。只有列为标准工具集的普通铆钉才能通过该命令访问。

要执行“普通铆钉”命令，可以通过以下几种方法：

☑ 菜单栏：选择“工具集｜紧固件｜普通铆钉”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“普通铆钉”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amplrivet2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“普通铆钉”按钮。

执行“普通铆钉”命令（amplrivet2d）后，将弹出“选择普通铆钉”对话框，在“工具集”选项中展开“普通铆钉”下面的选项，选择相关标准的普通铆钉，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入普通铆钉长度，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，普通铆钉绘制完成，如图 11-26 所示。

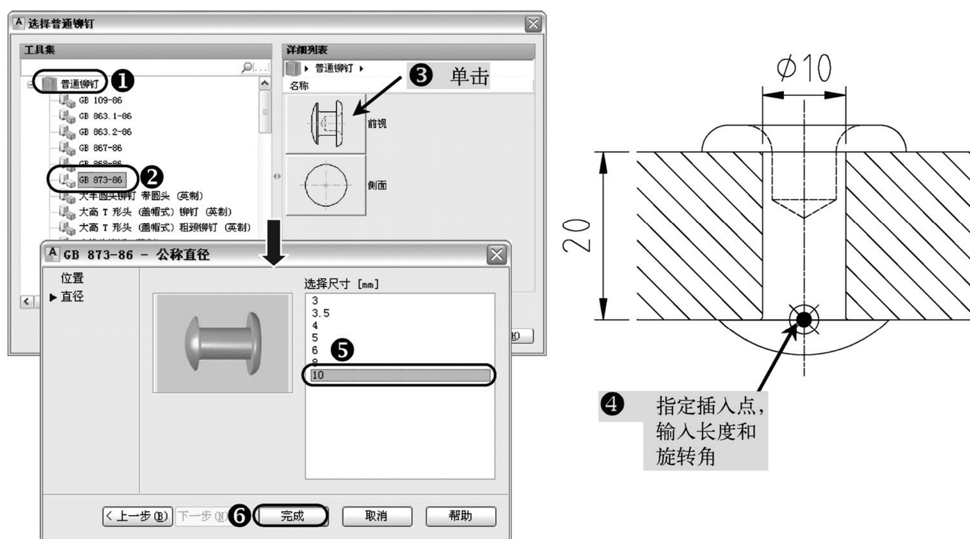


图 11-26　绘制普通铆钉

2．沉头铆钉

沉头铆钉是一种在铆接过程中利用自身形变或过盈连接被铆接件的零件。铆接后铆钉头全部或局部沉入被连接件，这种结构多用于外表平整光滑的场合，如仪器表面。

“沉头铆钉”命令用于插入标准工具集库中的沉头铆钉。可以通过向导选择要插入沉头铆钉的类型和视图。通过拖动可以指定长度。如果系统找不到匹配的铆钉，则会显示一个对话框，用于从可用尺寸列表中进行选择。只有列为标准工具集的沉头铆钉才能通过该命令访问。

要执行“沉头铆钉”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜紧固件｜沉头铆钉”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“沉头铆钉”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcrivet2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“沉头铆钉”按钮。

执行“沉头铆钉”命令（amcrivet2d）后，将弹出“选择沉头铆钉”对话框，在“工具集”选项中展开“沉头铆钉”下面的选项，选择相关标准的沉头铆钉，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入沉头铆钉长度，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，沉头铆钉绘制完成，如图 11-27 所示。

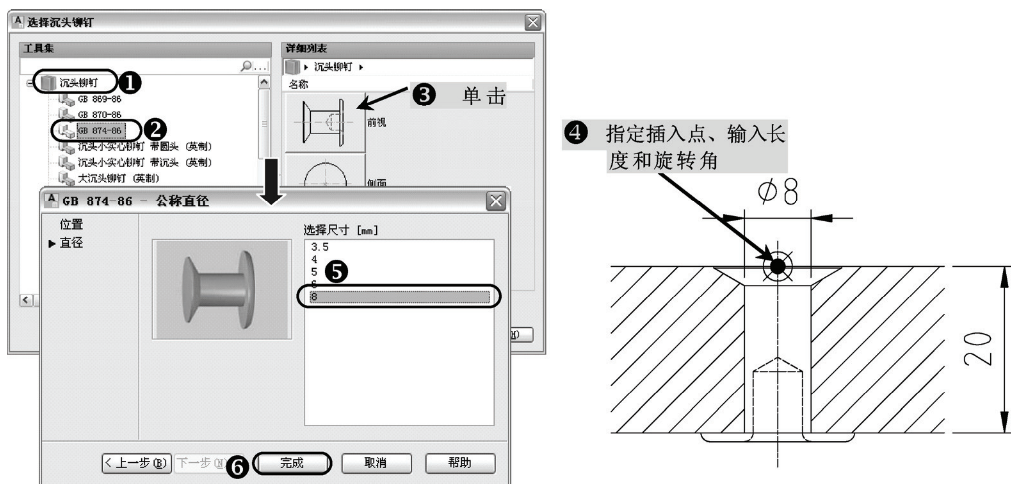


图 11-27　绘制沉头铆钉



11.2.4　螺塞、油嘴和密封圈

1．螺塞

螺塞是指通过螺纹连接阻止液体渗漏的零件，螺纹可为普通螺纹或管螺纹，如图 11-28 所示。



图 11-28　螺塞

“螺塞”命令用于插入标准工具集库中的螺塞。用户可以通过向导选择要插入的螺塞的类型、视图和直径。只有列入标准工具集的螺塞才能通过该命令访问。

要执行“螺塞”命令，可以通过以下几种方法。

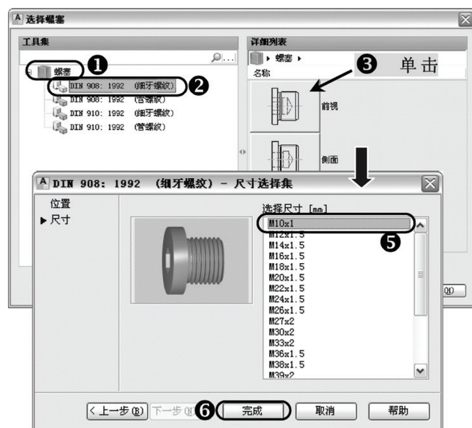
☑ 菜单栏：选择“工具集｜紧固件｜螺塞”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺塞”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amplug2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“零件”面板中，单击“螺塞”按钮。

执行“螺塞”命令（amplug2d）后，将弹出“选择螺塞”对话框，在“工具集”选项中展开“螺塞”下面的选项，选择相关标准的螺塞，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-尺寸选择集”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，螺塞绘制完成，如图 11-29 所示。



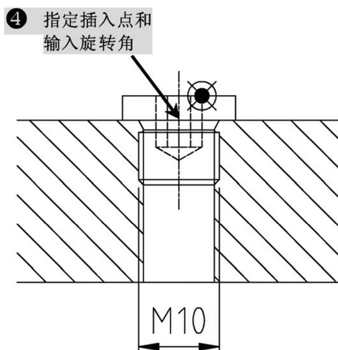


图 11-29　绘制螺塞

2．油嘴

油嘴主要用于各种润滑产品的注油口和各种单点润滑的场合。图 11-30 所示为几种油嘴的外形图。

“油嘴”命令用于插入标准工具集库中的油嘴。用户可以通过向导选择要插入油嘴的类型、视图和直径。只有列为标准工具集的油嘴才能通过该命令访问。



图 11-30　油嘴

要执行“油嘴”命令，可以通过以下几种方法。

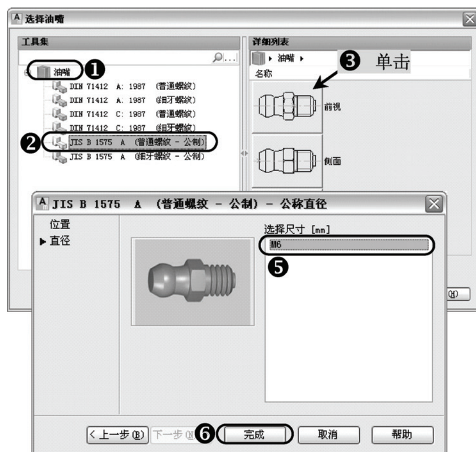
☑ 菜单栏：选择“工具集｜紧固件｜油嘴”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“油嘴”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amlubri2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“零件”面板中，单击“油嘴”按钮。

执行“油嘴”命令（amlubri2d）后，将弹出“选择油嘴”对话框，在“工具集”选项中展开“油嘴”下面的选项，选择相关标准的油嘴，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，油嘴绘制完成，如图 11-31 所示。



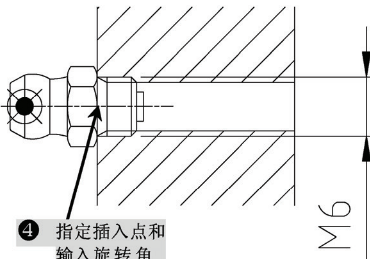


图 11-31　绘制油嘴

3．密封圈

密封圈是由一个或几个零件组成的环形圈，用于防止液气漏出及外物侵入。一般采用丁腈橡胶、天然橡胶、氯丁橡胶、乙丙橡胶、氟橡胶、硅橡胶等制成。图 11–32 所示为几种密封圈的外形图。



图 11–32　密封圈

“密封圈”命令用于插入标准工具集库中的密封圈。用户可以通过向导选择要插入密封圈的类型、视图和直径。只有列为标准工具集的密封圈才能通过该命令访问。

要执行“密封圈”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 密封圈”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“密封圈”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsealring2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“零件”面板中，单击“密封圈”按钮。

执行“密封圈”命令（amsealring2d）后，将弹出“选择密封圈”对话框，在“工具集”选项中展开“密封圈”下面的选项，选择相关标准的密封圈，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX–公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮，密封圈绘制完成，如图 11–33 所示。

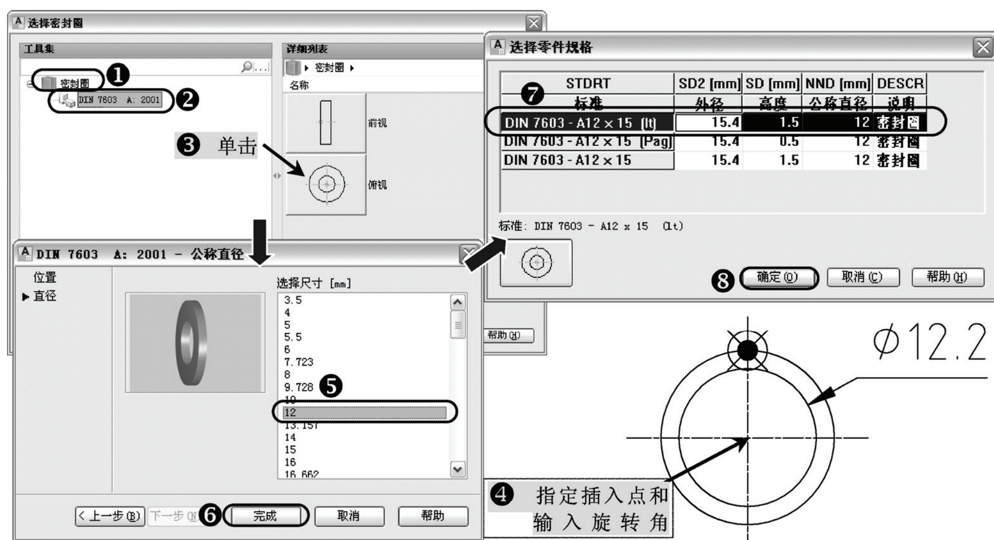


图 11–33　绘制密封圈



11.2.5 螺纹联接

1．螺纹联接概述

螺纹联接是指用螺纹件（或被联接件的螺纹部分）将被联接件联成一体的可拆联接。螺纹联接件品种很多，大多已标准化。常用的标准螺纹联接件有螺栓、螺钉、双头螺柱、紧定螺钉、螺母和垫圈。采用螺栓联接时，无需在被联接件上切制螺纹，不受被联接件材料的限制，构造简单，装拆方便。图 11-34 所示为螺纹连接图例。

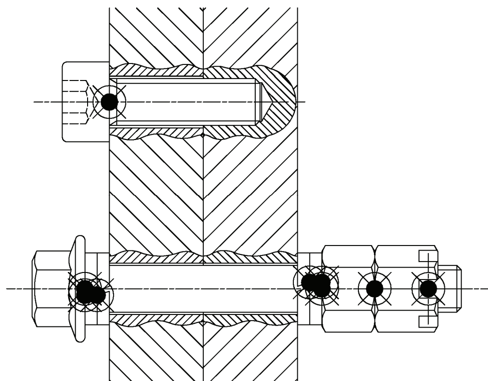


图 11-34 螺纹联接

螺纹联接是应用很广的联接方式，它分为紧联接和松联接。

- ☑ 紧联接用于载荷变化或有冲击振动，要求联接紧密的场合。
- ☑ 松联接的杆孔配合精密，兼有定位作用。

在绝大多数情况下，螺纹联接都是可拆的。松联接应用较少。

螺纹联接的基本类型分为螺栓联接、双头螺柱联接、螺钉联接和紧定螺钉联接。

- ☑ 螺栓联接：被联接件的孔中不切制螺纹，装拆方便。普通螺栓联接的螺栓与孔之间有间隙，由于加工简便，成本低，所以应用最广；铰制孔用螺栓联接的被联接件上孔用高精度铰刀加工而成，螺栓杆与孔之间一般采用过渡配合，主要用于需要螺栓承受横向载荷或需靠螺杆精确固定被联接件相对位置的场合。
- ☑ 双头螺柱联接:使用两端均有螺纹的螺柱，一端旋入并紧定在较厚被联接件的螺纹孔中，另一端穿过较薄被联接件的通孔。适用于被联接件较厚，要求结构紧凑和经常拆装的场合。
- ☑ 螺钉联接：螺钉直接旋入被联接件的螺孔中，结构较简单，适用于被联接件之一较厚，或另一端不能装螺母的场合。但经常拆装会使螺孔磨损，导致被联接件过早失效，所以不适用于经常拆装的场合。
- ☑ 紧定螺钉联接：将紧定螺钉拧入一零件的螺纹孔中，其末端顶住另一零件的表面，或顶入相应的凹坑中。常用于固定两个零件的相对位置，并可传递不大的力或转矩。

螺纹联接命令用于插入使用标准工具集库中项目的完整紧固部件。启动螺纹联接向导，用于设置螺纹联接的参数。根据用户在向导中选择的视图，命令行选项会有所不同。用户可以通过向导选择作为紧固件的零件、特征和参数。仅可选择列入紧固件的标准工具集的零件和特征。

AutoCAD Mechanical 提供了向导用以创建用于连接两个平板的整个紧固组件。螺纹联接可以由螺栓、螺钉、螺母、垫圈等组成，用户可以在向导中选择它们。用户不需要为螺纹联接选择所有种类的标准零件，但是至少应选择一种。

向导将仅显示用户可以组合的标准零件。例如，只有将开槽螺母作为螺纹联接的一部分选定时，才显示开口销。“螺纹联接”向导具有以下特性。

☑ 用户可以在主视图、仰视图或俯视图中插入螺纹联接。如果用户选择的是前视图，则可以选择以正常、隐藏或剖视图的形式显示穿过平板的段，还可以选择不显示夹点。
☑ 用户可以将向导设置另存为模板以供以后重复使用。从样板开始时，大多数选择已完成。用户只需指定例外情况即可，无需在每次插入螺纹联接时都指定所有必需的设置。此外，AutoCAD Mechanical 还提供了一些常用模板，用户可以从它们开始执行操作。
☑ “选项”对话框的“AM:工具集”选项卡提供了对螺纹联接执行投影长度规则的选项。因此，在插入包含螺母的螺纹联接时，向导会将螺纹中心线的投影长度保持在螺母直径的 1.5 倍。如果未选择该选项，用户可以通过拖动操作来调整螺纹联接的尺寸。
☑ 未选择任何螺母时，向导将使用相同的计算来建议螺纹联接的螺栓尺寸。
☑ 用户可组合沉头孔和倒角孔。螺钉和螺钉头部下面的配合垫圈决定了沉头孔/倒角孔的类型和深度。
☑ 如果向导无法为螺纹联接找到合适的公称长度（夹点长度所需），将会提示用户输入合适的公称直径。
☑ 用户可以使用“增强视图”命令（ampowerview）生成螺纹联接的其他视图。例如，用户可以从主视图中创建俯视图。
☑ 可以在创建的视图中为不可见的零部件选择标准零件。执行该操作可使向导验证螺纹联接，即使某些零件在视图中不可见。
☑ 向导将根据螺钉头定义孔。插入库中的倒角孔时，即使不想插入螺钉，也必须选择一个。用户可以隐藏或显示图中的螺钉，这取决于设计意图。插入自定义沉孔或自定义倒角孔时，无须选择螺钉。
☑ 要删除选定的标准零件，应选择标准零件右侧的按钮。
☑ 启用结构后，“Mechanical 浏览器”将自动更新，并且用户可以指定孔属于哪个零部件视图（通常为哪个平板）。
☑ 用户可以使用“增强编辑”命令（ampowerrecall）重复执行用于最近使用的命令。在“螺纹联接”对话框中，可以添加附加元素，也可以更改公称直径。
☑ 使用“增强删除”命令（ampowererase）在填充的平板中删除螺纹联接时，AutoCAD Mechanical 将恢复填充。

2．螺纹联接的执行方法

要执行“螺纹联接”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 螺纹联接”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺纹联接”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amscrewcon2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“螺纹联接”按钮。

执行“螺纹联接”命令（amscrewcon2d）后，将弹出“螺纹联接-XX 视图”对话框，如图 11-35 所示。

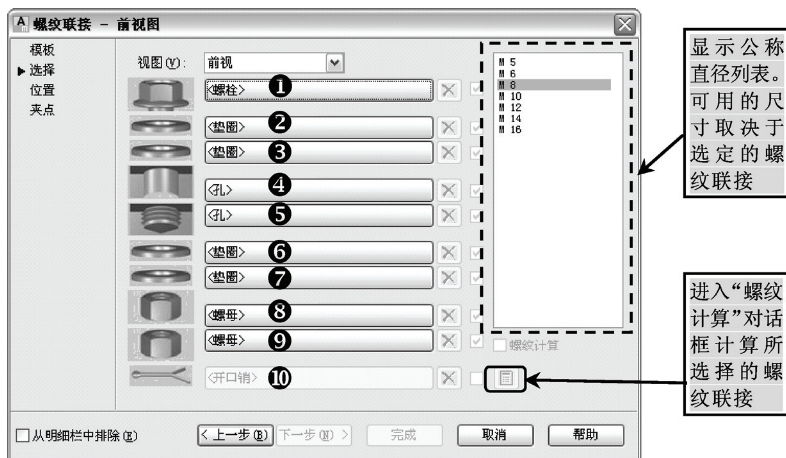


图 11-35 “螺纹联接-前视图”对话框

在“螺纹联接-XX 视图”对话框中，各个选项的意义如下（图中的字符与下面括号里面的数字对应）。

选项讲解 “螺纹联接-XX 视图”对话框 知识要点

- ☑ 视图：设置正在创建螺纹联接的视图。有“前视”“俯视”和“仰视”三个视图。
- ☑ 螺栓（1）：进入“螺栓”命令（amscrew2d），弹出“选择螺栓”对话框，供用户选择相关螺栓。
- ☑ 垫圈（2）：进入“垫圈”命令（amwasher2d），弹出“选择垫圈”对话框，供用户选择相关垫圈。
- ☑ 垫圈（3）：进入“垫圈”命令（amwasher2d），弹出“选择垫圈”对话框，供用户选择相关垫圈。
- ☑ 孔（4）：进入“通孔”命令（amthole2d）、“沉头孔”命令（amcountb2d）和“倒角孔”命令（amcounts2d），供用户选择相关孔。
- ☑ 孔（5）：进入“通孔”命令（amthole2d）、“螺纹通孔”命令（amtapthole2d）和“螺纹盲孔”命令（amtapbhole2d），供用户选择相关孔。
- ☑ 垫圈（6）：进入“垫圈”命令（amwasher2d），弹出“选择垫圈”对话框，供用户选择相关垫圈。
- ☑ 垫圈（7）：进入“垫圈”命令（amwasher2d），弹出“选择垫圈”对话框，供用户选择相关垫圈。
- ☑ 螺母（8）：进入“螺母”命令（amnut2d），弹出“选择螺母”对话框，供用户选择相关螺母（该选项不含“六角开槽螺母”）。
- ☑ 螺母（9）：进入“螺母”命令（amnut2d），弹出“选择螺母”对话框，供用户选择相关螺母（该选项含有“六角开槽螺母”）。
- ☑ 开口销（10）：进入“开口销”命令（amcotterpin2d），弹出“选择开口销”对话框，供用户选择相关开口销。

☑ 螺纹计算：对螺纹联接进行计算。
☑ 从明细栏中排除：插入零件后，从所有明细栏中排除该零件。

技巧提示 “螺纹联接-XX 视图”对话框中选项之间的关系 学习笔记

“螺纹联接-XX 视图”对话框中选项之间是互相关联的，即如果用户一开始选择某一项里面的相关零件，其他选项将自动转换到与之对应的零件，供用户选择。例如，如果用户在“螺栓”选项中选择“沉头型螺栓”，则在“孔”选项中将转换到“倒角孔”类型。

当用户选择好相关零件和相关尺寸后，单击“下一步”按钮，根据系统提示，选择相关插入点，将弹出“螺栓装配位置”对话框，如图 11-36 所示。

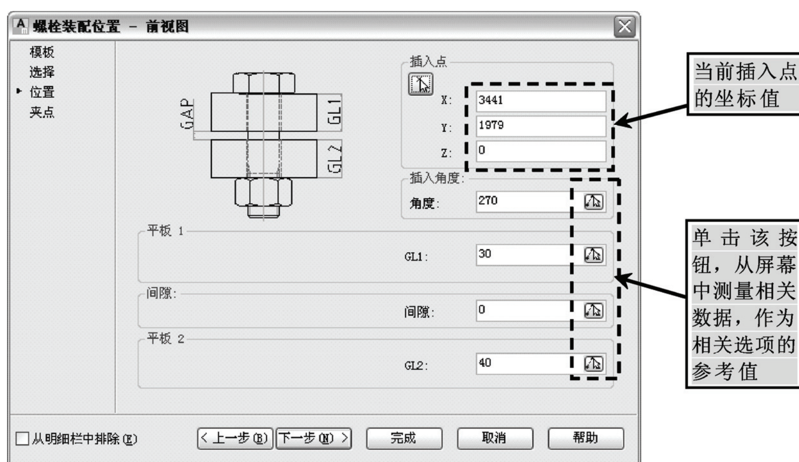


图 11-36 “螺栓装配位置-前视图”对话框

选项讲解 “螺栓装配位置-XX 视图”对话框 知识要点

☑ 插入点：单击该按钮，将临时隐藏对话框，让用户选择相关插入点。
☑ 插入角度：输入螺栓插入零件的角度。（水平向右“0°”，竖直向上“90°”，水平向左“180°”，竖直向下“270°”）
☑ 平板 1（GL1）：靠近螺栓一端的那一块板的厚度。
☑ 间隙：平板 1 与平板 2 之间的间隙。
☑ 平板 2（GL2）：靠近螺母一端的板的厚度。

当用户选择好相关选项后，单击“下一步”按钮，将弹出“螺栓装配夹点表示-XX 视图”对话框，用户可以选择螺纹联接在零件中的四种显示方式，如图 11-37 所示。

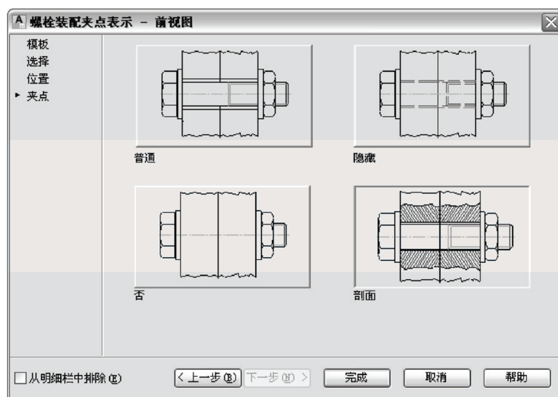


图 11-37 “螺栓装配夹点表示-前视图”对话框

选项讲解 “螺栓装配夹点表示-XX 视图”对话框 知识要点

☑ 普通：以简洁方式从中间断开的形式进行表示，但是不绘制剖面线。

☑ 隐藏：将隐藏的线条用虚线的形式表示出来。

☑ 否：隐藏的部分不予表示。

☑ 剖面：以断面图的形式绘制所选择的螺纹联接。

用户选择好相关选项后，单击“完成”按钮，螺栓联接完成。

如果用户在操作过程中，所选择的相关尺寸不符合零件规格，将弹出一个警告对话框，提示用户尺寸错误，如图 11-38 所示。

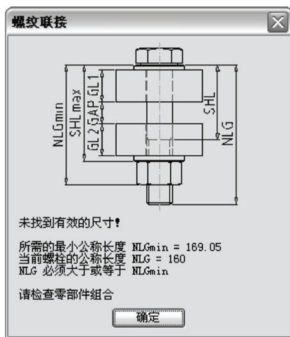


图 11-38 警告对话框

一学即会 螺纹联接的练习

视频：螺纹联接练习.avi
案例：螺纹联接最终图.dwg
11 练习

在本例中通过对一组零件通过插入螺纹联接的方式来进行联接并紧固，使读者掌握螺纹联接的一些相关参数并能够熟练运用螺纹联接命令。其操作步骤如下。

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\11\螺纹联接素材.dwg”文件，按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\11\螺纹联接最终图.dwg”文件。

2）执行“螺纹联接”命令（amscrewcon2d），弹出“螺纹联接-前视图”对话框，在“螺栓”选项中选择“六角头型丨法兰面型丨GB 5788—86丨前视”，在第一个“垫圈”选项中选择“弹簧垫圈丨GB 93—87”，在第二个“垫圈”选项中选择“普通丨正方形测试垫圈丨前视”，在第一个“孔”选项中选择“圆柱通孔丨GB 5277—85 一般”，在第二个“孔”选项中选择“圆柱通孔丨GB 5277—85 一般”，在第三个“垫圈”选项中选择“普通丨正方形测试垫圈丨前视”，在第四个“垫圈”选项中选择“弹簧垫圈丨GB 93—87”，在第一个“螺母”选项中选择“六角螺母丨GB／T 41—2000丨前视”，在第二个“螺母”选项中选择“六角开槽螺母丨GB 6179—86丨前视”，在“开口销”选项中选择“GB／T 91—2000”；在“尺

寸栏”选择“M10”；单击“下一步”按钮，系统临时隐藏对话框，提示选择“第一个孔插入点”，再选择“第一个孔终点”，再选择“第二个孔终点”，如图 11-39 所示。

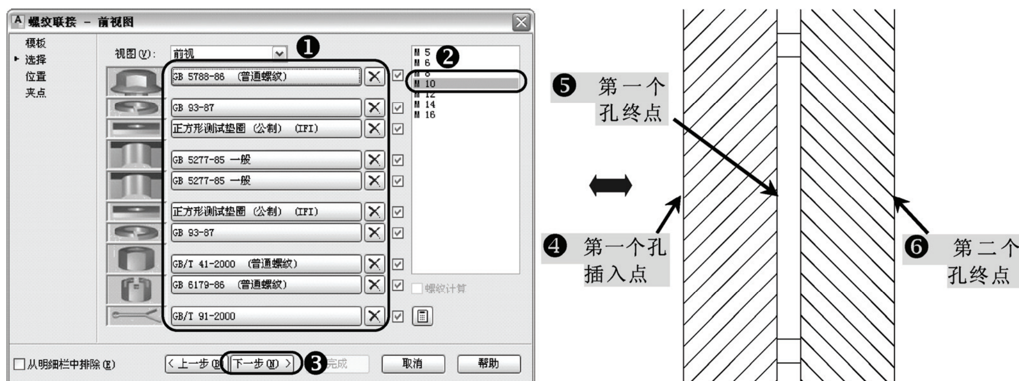


图 11-39　螺栓联接对话框操作

3）当选择好相关点之后，将弹出“螺栓装配位置-前视图”对话框，在“间隙”栏输入“5”，单击“GL2”栏后面的按钮，系统临时隐藏对话框，提示选择“第一点”，再选择“第二点”，如图 11-40 所示。

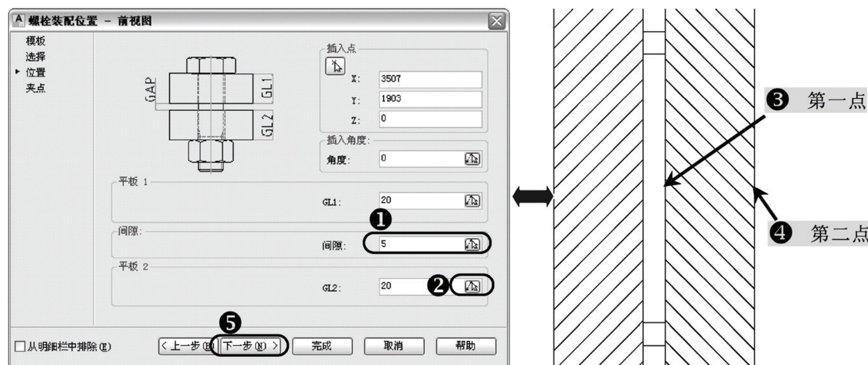


图 11-40　螺栓装配位置对话框操作

4）当选择好相关点之后，在返回的“螺栓装配位置-前视图”对话框中选择“下一步”按钮，弹出“螺纹联接新零件主视图-前视图”对话框，选择“夹点”选项中的“剖面”选项，单击“完成”按钮，该螺栓“前视图”完成，如图 11-41 所示。

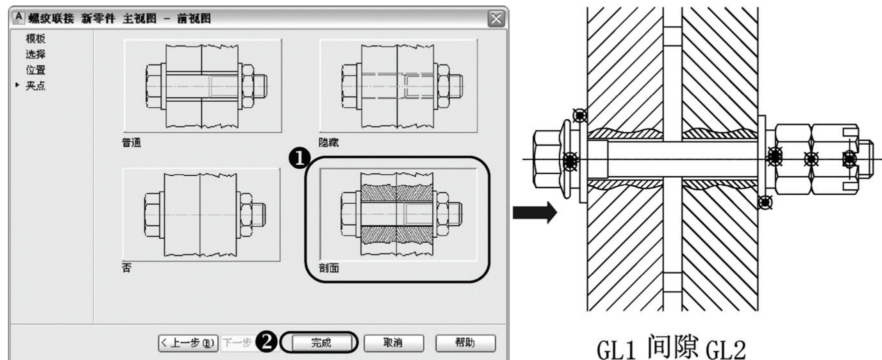


图 11-41　螺栓“前视图”绘制完毕

5）执行“增强视图”命令（ampowerview），单击所绘制的螺纹联接图形，弹出一个“AutoCAD Mechanical”对话框，提示用户选择重画哪个螺纹联接视图，单击选择“俯视”按钮，将鼠标指针移动到螺纹的正右方，单击确定，如图 11-42 所示（因为该例并没有指定两块平板的长度和宽度，故螺纹联接俯视图中的平板只绘制一个示意图）。

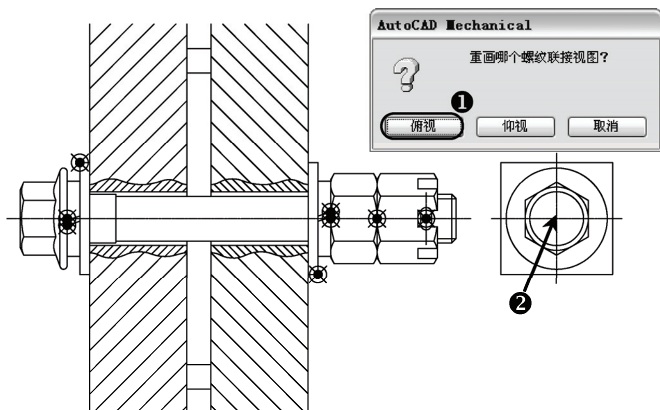


图 11-42　螺栓“俯视图”绘制完毕

6）重复执行“增强视图”命令（ampowerview），为螺纹联接绘制仰视图，如图 11-43 所示。

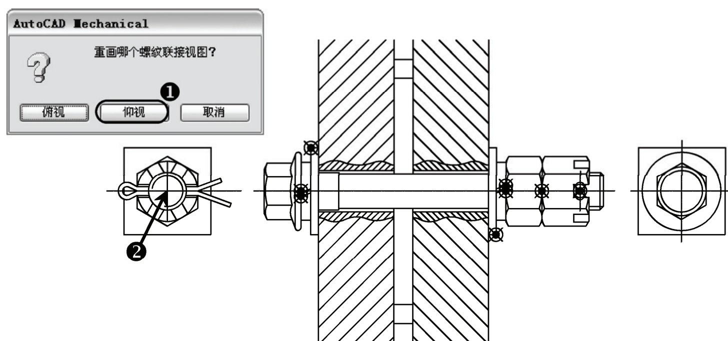


图 11-43　螺栓仰视图绘制完毕

7）至此，该图形已经绘制完成。再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。



11.2.6　螺纹模板

从上例中可以看出，在“螺纹联接”对话框中，用户选择相关尺寸数据要花费很多时间，如果在大规模插入不同规格、尺寸和类型的螺纹时，将会很麻烦，“螺纹模板”可以使用户节省很多时间。

“螺纹模板”命令用于插入使用在模板中预定义项目的完整紧固件部件。可以通过向导选择包含预定义紧固部件所需的所有零件和特征的模板，可以帮助用户指定适用于选定零件和特征的参数。

要执行“螺纹模板”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 螺纹模板”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺纹模板”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amscrewmacro2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“紧固件”面板中，单击“螺纹模板”按钮。

执行“螺纹模板”命令（amscrewmacro2d）后，将弹出“螺纹装配模板-XX 视图”对话框，如图 11-44 所示。

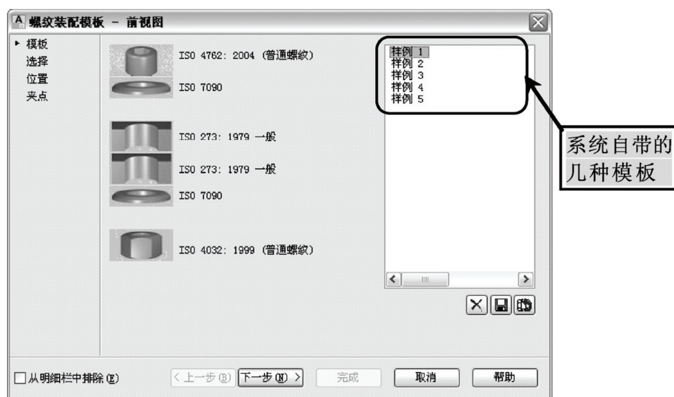


图 11-44 “螺纹装配模板-前视图”对话框

选项讲解

“螺栓装配模板”对话框

知识要点

☑ 删除模板：删除模板列表中选定的模板。
☑ 保存模板：将当前选定的配置保存到模板文件中。
☑ 装入模板：从选定模板中加载配置（也可以双击“模板列表”中的模板进行加载配置）。

当用户执行“装入模板”选项后，系统将自动进入“螺纹装配模板”对话框，用户可继续绘制相关螺纹联接。

根据工作需要，可能系统自带的几种模板不是用户所需要的模板，这就需要自行创建模板，创建模板的步骤为单击“下一步”→选择螺纹联接相关规格→单击“下一步”→保存模板，自定义模板创建完毕。当自定义模板过多时，可以在创建的模板名称上单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选择“重命名”选项，对自定义模板进行更名，如图 11-45 所示。



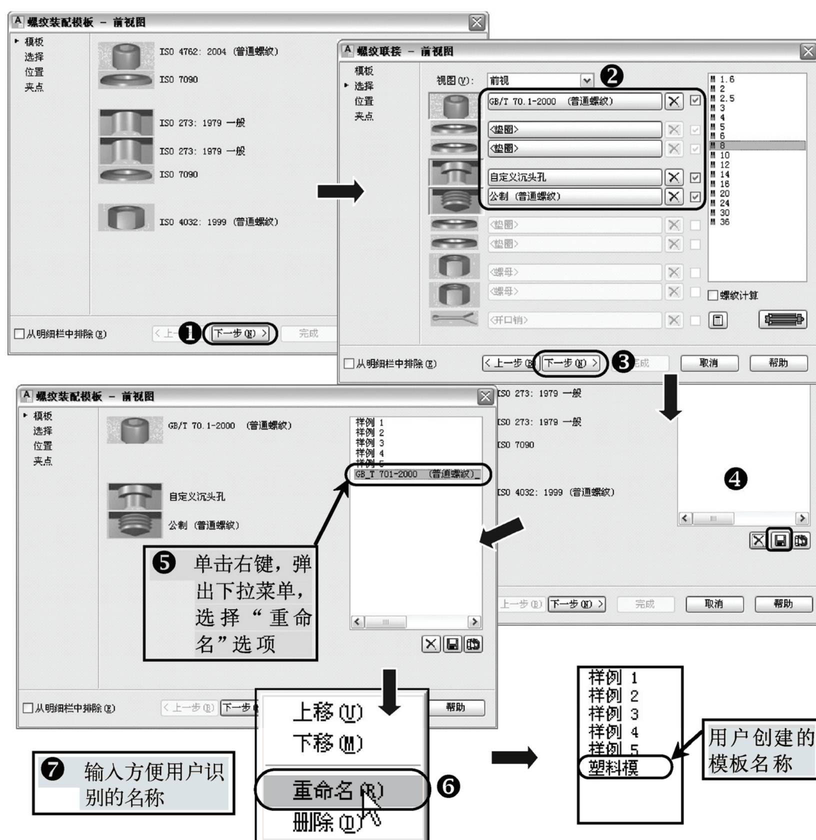


图 11-45　创建自定义螺纹模板

11.3 钻孔套筒

11 掌握

钻孔套筒就是指钻头在加工时，为防止钻头偏离中心位置，而起导向作用的一种装置。在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，提供了两种钻孔套筒：带头型和无头型钻孔套筒，如图 11-46 所示。

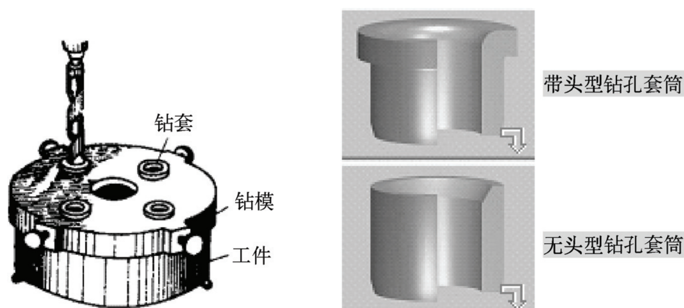


图 11-46　钻孔套筒



11.3.1 “钻孔套筒”命令

“钻孔套筒”命令用于插入标准工具集库中的钻孔套筒，选择要插入钻孔套筒的类型、视图和直径。在前视图中，用户可以通过拖动来指定长度，长度将捕捉到可用尺寸。在拖动时，工具提示将显示尺寸。

要执行“钻孔套筒”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 钻孔套筒”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“钻孔套筒”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amdrbush2d”命令。

执行“钻孔套筒”命令（amdrbush2d）后，将弹出“选择钻孔套筒”对话框，在“工具集”选项中展开“钻孔套筒”下面的选项，选择相关标准的钻孔套筒，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，输入相关尺寸，单击“完成”按钮，输入钻孔套筒规格长度，钻孔套筒绘制完成，如图 11-47 所示。

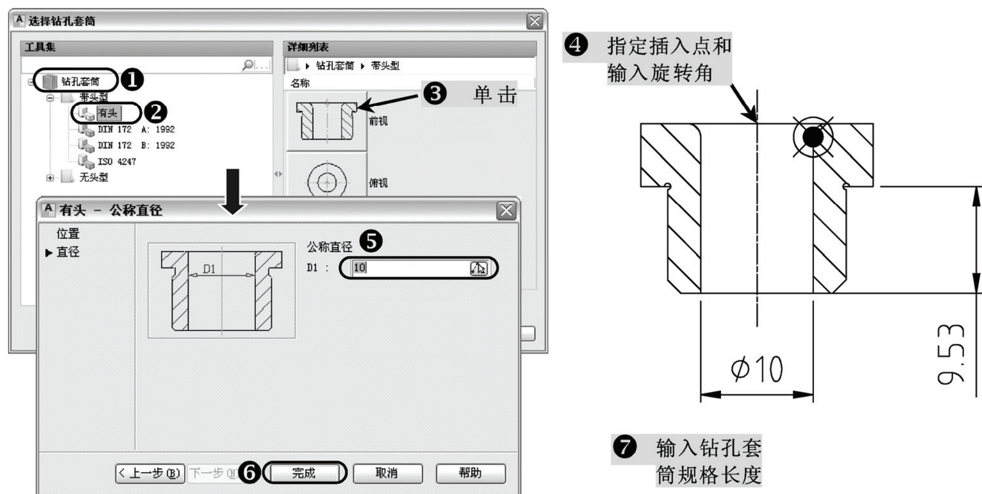


图 11-47 绘制钻孔套筒



11.3.2 “带孔钻孔套筒”命令

“带孔钻孔套筒”命令是用于插入标准工具集库中的钻孔套筒和相应的孔。选择要插入钻孔套筒的类型、视图和直径。在前视图中，用户可以通过拖动来指定长度，长度将捕捉到可用尺寸。在拖动时，工具提示将显示尺寸。

要执行“带孔钻孔套筒”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 紧固件 | 带孔钻孔套筒”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“带孔钻孔套筒”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amdrbushhole2d”命令。

执行“带孔钻孔套筒”命令（amdrbushhole2d）后，将弹出“选择钻孔套筒”对话框，

在“工具集”选项中展开“钻孔套筒”下面的选项，选择相关标准的钻孔套筒，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入孔深度，输入旋转角，弹出“XX-公称直径”对话框，输入相关尺寸，单击“完成”按钮，输入钻孔套筒规格长度，带孔钻孔套筒绘制完成，如图 11-48 所示。

图 11-48　绘制带孔钻孔套筒

11.4 轴用零部件和轴生成器

11 掌握

轴是穿在轴承、车轮或齿轮中的圆柱形物件，但也有少部分是方形的。轴支承转动零件并与其一起回转以传递运动、转矩或弯矩的机械零件。轴一般为金属圆杆状，各段可以有不同的直径。机器中作回转运动的零件就装在轴上。

常见的轴有曲轴、直轴和软轴 3 种，如图 11-49 所示。

轴的材料主要采用碳素钢或合金钢，也可采用球墨铸铁或合金铸铁等。轴的工作能力一般取决于强度和刚度，转速高时还取决于振动稳定性。

轴的结构设计是确定轴的合理外形和全部结构尺寸。它与轴上安装的零件类型、尺寸及其位置、零件的固定方式，载荷的性质、方向、大小及分布情况有关，还和轴承的类型与尺寸，轴的毛坯、制造和装配工艺、安装及运输等因素有关。

曲轴　直轴　软轴

图 11-49　轴的分类

11.4.1 打断操作

“轴端”命令用于表示轴端打断的形式。要执行“轴端”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴用零部件 | 螺端”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“轴端”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amshaftend”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“轴端”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，工具集提供了以下 3 种打断形式供用户选择，“锯齿”“手画”和“剖面”，如图 11-50 所示。

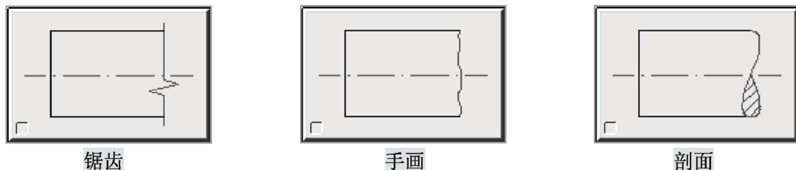


图 11-50　打断形式

执行“轴端”命令（amshaftend）后，将弹出“轴端”对话框，选择相关打断类型后，单击“确定”按钮，选择要打断轴的中心线，指定打断起点，该轴端绘制完成，如图 11-51 所示。

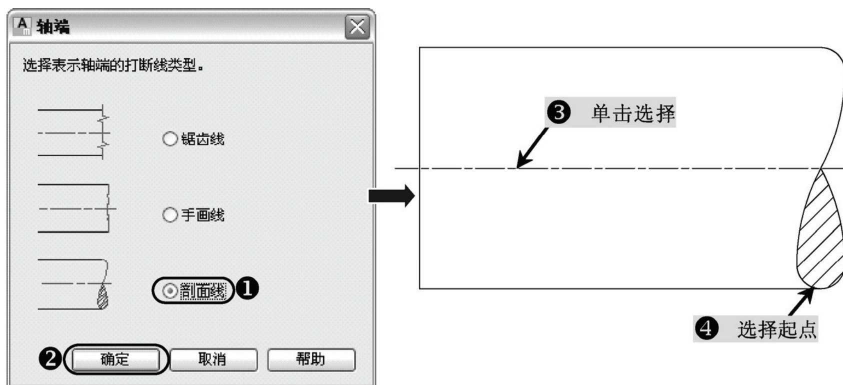


图 11-51　打断操作



11.4.2　中心孔和退刀槽

1. 中心孔

中心孔位于工件两端中心处，中心孔作为工艺基准，一般用于工件的装夹、检验、装配时的定位。

要执行“中心孔”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴用零部件 | 中心孔”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“中心孔”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcenterhole2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“中心孔”按钮。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，工具集提供了“螺纹”和“无螺纹”，两种中心孔供用户选择，如图 11-52 所示。

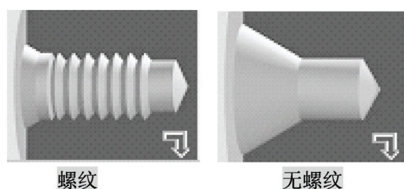


图 11-52　中心孔形式

执行“中心孔”命令（amcenterhole2d）后，将弹出“选择中心孔”对话框，在“工具集”中选择相关标准的中心孔，在“详细列表”中选择相关视图，在轴端指定插入点，弹出“XX-公称直径”对话框，选择相关尺寸，单击“完成”按钮。然后弹出一个对话框提示是否要绘制局部视图，如果要绘制局部视图则选择“是”按钮，弹出“局部”对话框，选择相关选项后，单击“确定”按钮，指定放置点，该中心孔绘制完成；如果选择不绘制局部视图，则该中心孔绘制完成，如图 11-53 所示。

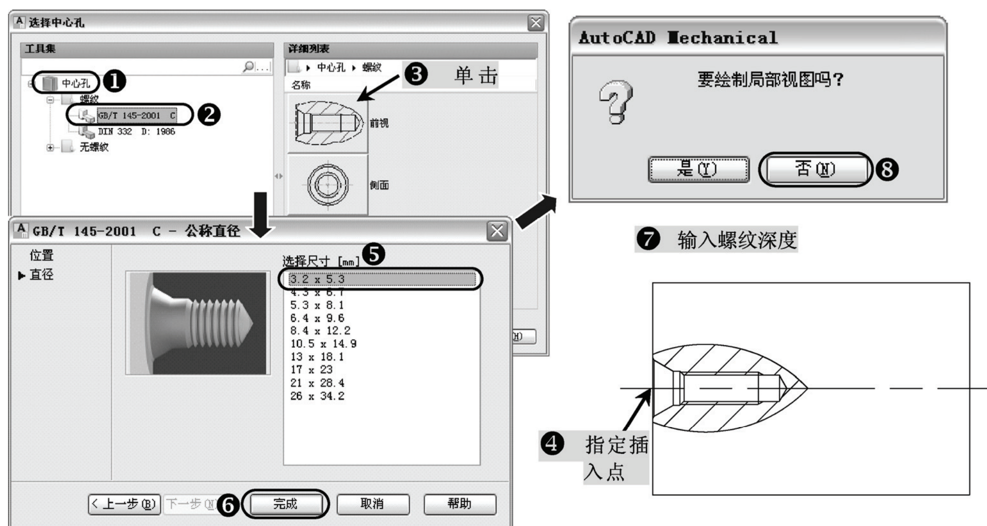


图 11-53　绘制中心孔

2．退刀槽

退刀槽是指在车床加工中，如车削内孔、车削螺纹时，为便于退出刀具并将工序加工到毛坯底部，常在待加工面末端，预先制出退刀的空槽。退刀槽的作用一是保证加工到位，二是保证装配时相邻零件的端面靠紧。

要执行“退刀槽”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集｜轴用零部件｜退刀槽”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“退刀槽”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amundercut2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“退刀槽”按钮。

执行“退刀槽”命令（amundercut2d）后，将弹出“选择退刀槽”对话框，在“工具集”中选择相关标准的退刀槽，在“详细列表”中选择相关视图，在轴轮廓上指定插入点，指定轴的中心线，弹出“选择零件规格”对话框，选择相关尺寸，单击“确定”按钮，选择不绘制局部视图，该退刀槽绘制完成，如图 11-54 所示。

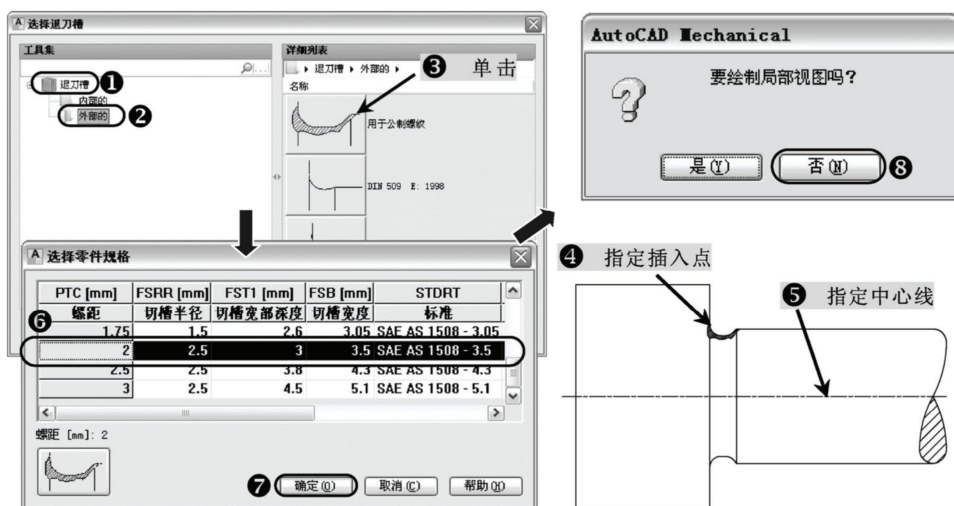


图 11-54 绘制退刀槽



11.4.3 滑动轴承和滚动轴承

轴承是在机械传动过程中起固定和减小载荷摩擦系数的部件。也可以说，它是当其他机件在轴上彼此产生相对运动时，用来降低动力传递过程中的摩擦系数和保持轴中心位置固定的机件。轴承是当代机械设备中一种举足轻重的零部件。它的主要功能是支撑机械旋转体，用以降低设备在传动过程中的机械载荷摩擦系数。按运动元件摩擦性质的不同，轴承可分为滚动轴承和滑动轴承两类，如图 11-55 所示。



图 11-55 轴承分类

轴承是各类机械装备的重要基础零部件，它的精度、性能、寿命和可靠性对主机的精度、性能、寿命和可靠性起着决定性的作用。在机械产品中，轴承属于高精度产品，不仅需要数学、物理等诸多学科理论的综合支持，而且需要材料科学、热处理技术、精密加工和测量技术、数控技术和有效的数值方法及功能强大的计算机技术等诸多学科的支持。

1．滑动轴承

滑动轴承是在滑动摩擦下工作的轴承。滑动轴承工作平稳、可靠、无噪声。在液体润滑条件下，滑动表面被润滑油分开而不发生直接接触，因此可以大大减小摩擦损失和表面磨损，油膜还具有一定的吸振能力，但起动摩擦阻力较大。轴被轴承支承的部分称为轴颈，与

轴颈相配的零件称为轴瓦。为了改善轴瓦表面的摩擦性质而在其内表面上浇铸的减摩材料层称为轴承衬。轴瓦和轴承衬的材料统称为滑动轴承材料。滑动轴承一般应用在低速重载工况下，或者是维护保养及加注润滑油困难的运转部位。

要执行“滑动轴承”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴用零部件 | 滑动轴承”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“滑动轴承”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amplbear2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“滑动轴承”按钮。

执行“滑动轴承”命令（amplbear2d）后，将弹出“选择滑动轴承”对话框，在“工具集”中选择相关标准的滑动轴承，在“详细列表”中选择相关视图，在轴轮廓上指定插入点，指定轴的中心线上的插入点，弹出相关尺寸的对话框，输入相关尺寸，单击“完成”按钮，拖动鼠标选择合适规格滑动轴承，确定后弹出“选择零件规格”对话框，选择相关尺寸，单击“确定”按钮，该滑动轴承绘制完成，如图 11-56 所示。

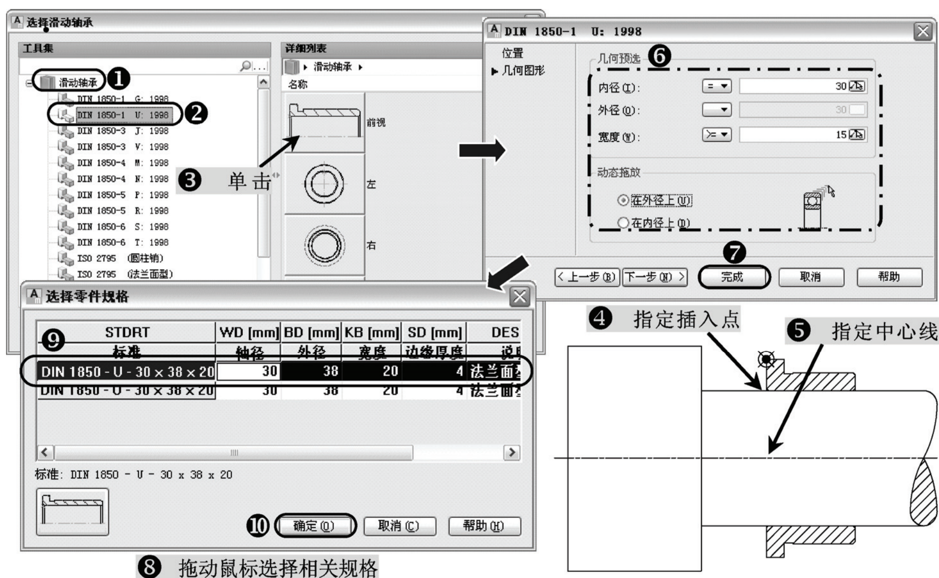


图 11-56　绘制滑动轴承

2．滚动轴承

滚动轴承是将运转的轴与轴座之间的滑动摩擦转变为滚动摩擦，从而减少摩擦损失的一种精密机械元件。滚动轴承一般由内圈、外圈、滚动体和保持架四部分组成。内圈的作用是与轴相配合并与轴一起旋转；外圈的作用是与轴承座相配合，起支撑作用；滚动体借助于保持架均匀分布在内圈和外圈之间，其形状大小和数量直接影响着滚动轴承的使用性能和寿命；保持架能使滚动体均匀分布，防止滚动体脱落，引导滚动体旋转。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，工具集提供了轴向和径向两种滚动轴承供用户选择，如图 11-57 所示。

要执行“滚动轴承”命令，可以通过以下几种方法。

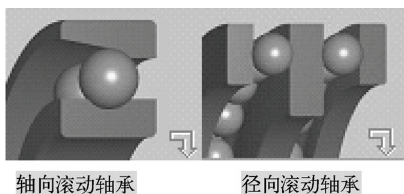


图 11-57　滚动轴承

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴用零部件 | 滚动轴承”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“滚动轴承”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amrolbear2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“滚动轴承”按钮。

执行“滚动轴承”命令（amrolbear2d）后，将弹出“选择滚动轴承”对话框，在“工具集”中选择相关标准的滚动轴承，在“详细列表”中选择相关视图，在轴轮廓上指定插入点，指定轴中心线，弹出相关尺寸的对话框，输入相关尺寸，单击“完成”按钮，拖动鼠标选择合适规格滑动轴承，确定后弹出“选择零件规格”对话框，选择相关尺寸，单击“确定”按钮，该滑动轴承绘制完成，如图 11-58 所示。

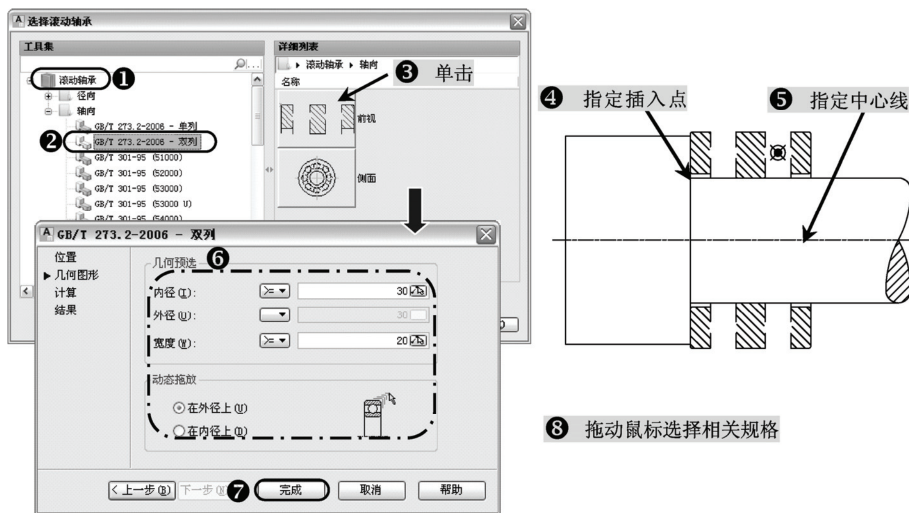


图 11-58　绘制滚动轴承



11.4.4　挡圈、锁紧挡圈和环形垫片

挡圈是紧固在轴上的环形机件，可以防止装在轴上的其他零件窜动。轴上零件的固定分为轴向固定和周向固定。挡圈主要是起轴向固定的作用。

垫片主要与螺钉配合，用于防振防松，有些垫片可用于防止因压力、腐蚀、和管路热胀冷缩造成的泄漏。挡圈和垫片如图 11-59 所示。

1．挡圈

“挡圈”命令用于在轴上插入挡圈，可以通过向导选择要插入挡圈的类型和视图。

要执行“挡圈”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集丨轴用零部件丨挡圈”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“挡圈”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amgroove2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“挡圈”按钮。

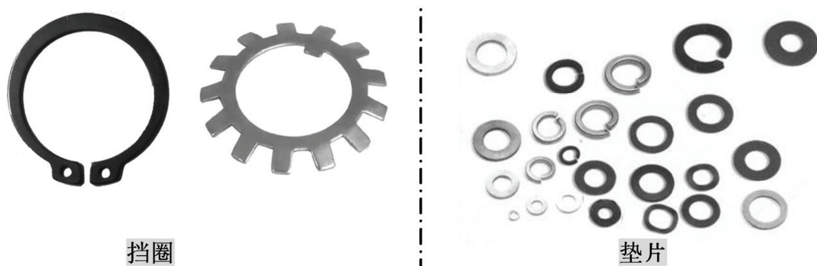


图 11-59　挡圈和垫片

执行“挡圈”命令（amgroove2d）后，将弹出“选择挡圈”对话框，在“工具集”中选择相关挡圈，并在“详细列表”中选择相关视图，再选择相关规格，在轴轮廓上指定插入点，指定轴的中心线，弹出相关参数的对话框，选择是否绘制零件，单击“完成”按钮，该挡圈绘制完成，如图 11-60 所示。

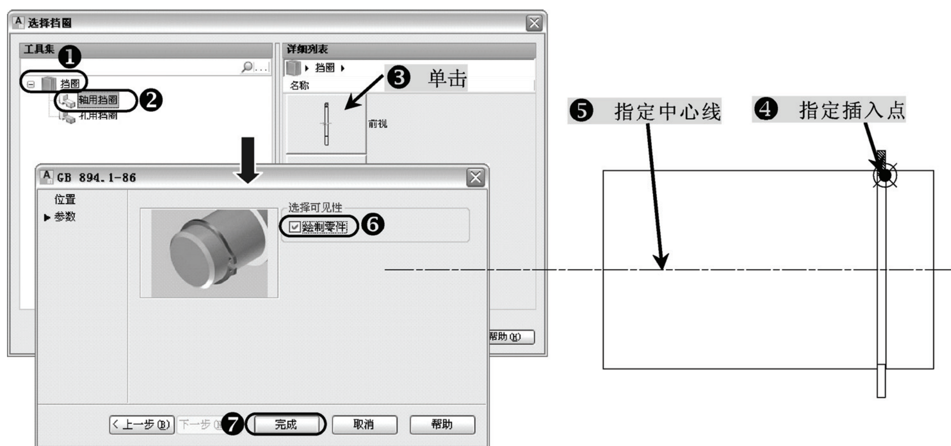


图 11-60　绘制挡圈

2．锁紧挡圈

“锁紧挡圈”命令用于在轴上插入锁紧挡圈。选择要插入锁紧挡圈的类型和视图。如果找不到适合轴的锁紧挡圈，可从可用尺寸列表中选择尺寸。

要执行“锁紧挡圈”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集丨轴用零部件丨锁紧挡圈”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“锁紧挡圈”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amadjrings2d”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“锁紧挡圈”按钮。

执行“锁紧挡圈”命令（amadjrings2d）后，将弹出“选择锁紧挡圈”对话框，在“工具集”中选择相关挡圈，在“详细列表”中选择相关视图，在轴轮廓上指定插入点，指定轴的中心线，弹出“选择零件规格”对话框，选择相关尺寸，单击“确定”按钮，该锁紧挡圈绘制完成，如图 11-61 所示。

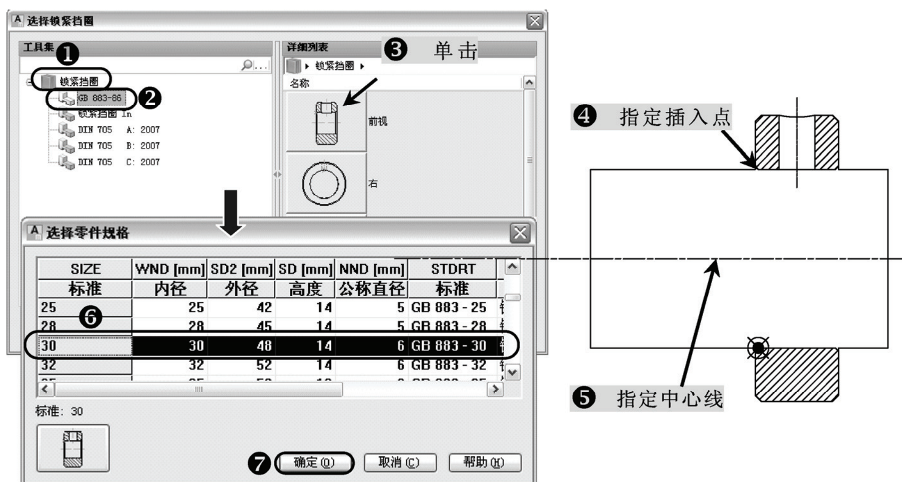


图 11-61　绘制锁紧挡圈

3．环形垫片

“环形垫片”命令用于在轴上插入环形垫片。通过向导选择要插入环形垫片的类型和视图。可以通过拖动来指定尺寸，将捕捉到可用尺寸。在拖动时，工具提示将显示尺寸。

要执行“环形垫片”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴用零部件 | 环形垫片”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“环形垫片”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amshimring2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“环形垫片”按钮。

执行“环形垫片”命令（amshimring2d）后，将弹出“选择环形垫片”对话框，在“工具集”中选择相关垫片，在“详细列表”中选择相关视图，在轴轮廓上指定插入点，指定轴的中心线，环形垫片绘制完成，如图 11-62 所示。

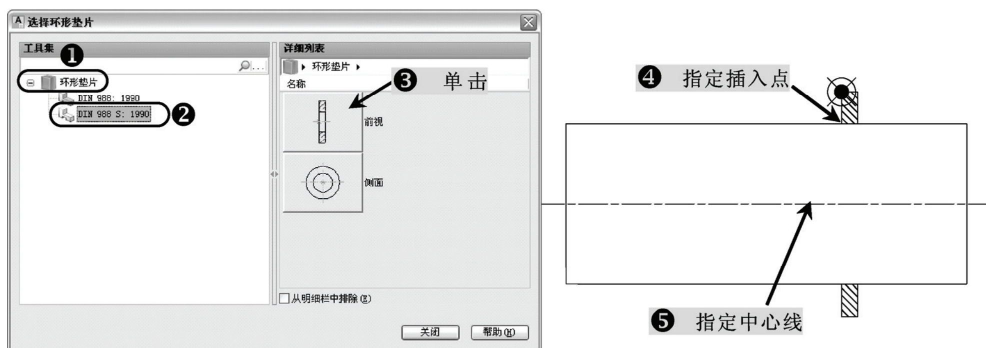


图 11-62　绘制环形垫片

11.4.5 密封件

“密封件”命令用于在轴上插入密封圈（如 O 形圈）并绘制相应的槽。可以将密封圈放在轴的外轮廓上，或将 O 形圈放在轴上或空心轴内上。用户可以通过向导选择要插入密封圈的类型。如果系统找不到适合轴的密封圈，则可以从可用尺寸列表中选择尺寸并重新调整为合适轴的尺寸。

要执行“密封圈”命令，可以通过以下 4 种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴用零部件 | 密封圈”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“密封圈”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amseals2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“密封圈”按钮。

执行“密封圈”命令（amseals2d）后，将弹出“密封圈”对话框，在“工具集”中选择相关密封圈，在“详细列表”中选择相关视图，在轴轮廓上指定插入点，指定轴的中心线，拖动鼠标，选择相关尺寸规格，该密封圈绘制完成，如图 11-63 所示。

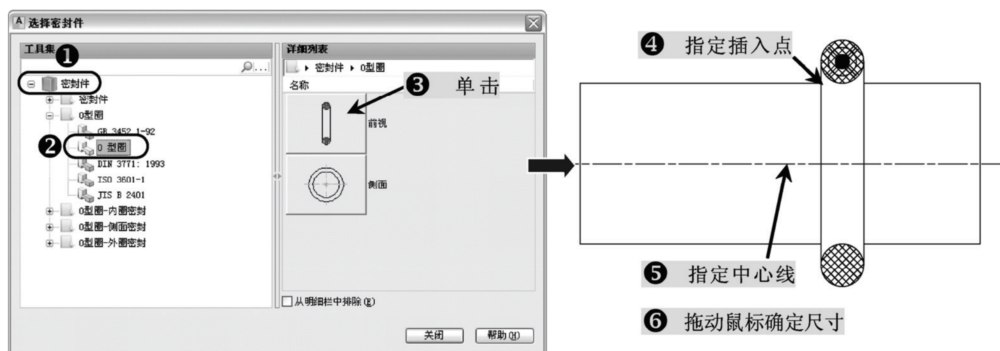


图 11-63　绘制密封件

11.4.6 轴用锁紧螺母

螺母和螺栓之间是靠摩擦力进行自锁的，但是在动载荷作用下这种自锁的可靠性会降低。在一些重要的场合应采取一些防松措施，保证螺母锁紧的可靠性。采用锁紧螺母就是其中一种防松措施。

标准的锁紧螺母是个圆螺母，并在其外周开四个小槽，可用月牙扳手旋紧在螺栓上，锁紧螺母宜配个轴用垫圈，防止松脱。目前，锁紧螺母有多种新型设计，但其目的均是起防松动的作用，如图 11-64 所示。

“轴用锁紧螺母”命令用于在轴的螺纹段上插入轴用锁紧螺母和锁紧垫圈。通过向导选择要插入轴用锁紧螺母的类型和视图。如果系统找不到适合轴的尺寸，可以从可用尺寸列表中选择尺寸。



图 11-64　锁紧螺母和锁紧垫圈

要执行“轴用锁紧螺母”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴用零部件 | 轴用锁紧螺母”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“轴用锁紧螺母”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amshaftnut2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“轴用锁紧螺母”按钮。

执行“轴用锁紧螺母”命令（amshaftnut2d）后，将弹出“选择轴锁紧螺母”对话框，在“详细列表”中选择相关视图，选择螺纹规格，选择垫圈规格，弹出相关对话框，选择是否绘制零件，单击“完成”按钮，拖动鼠标选择槽放置位置，该轴用锁紧螺母绘制完成，如图 11-65 所示。

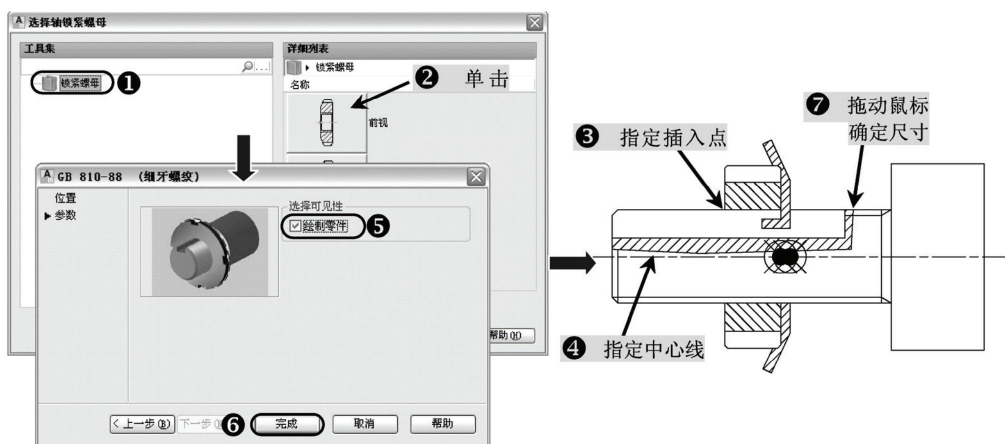


图 11-65　绘制轴用锁紧螺母



11.4.7　平键/半圆键

键主要用作轴和轴上零件之间的周向固定并传递转矩，有些键还可实现轴上零件的轴向固定或轴向移动，如减速器中齿轮与轴的联结，如图 11-66 所示。

键分为平键、半圆键、楔向键、切向键和花键等。

“平键/半圆键”命令用于在轴上插入平键或半圆键。选择要插入键的类型、视图和尺寸。通过向导可以在插入键时同时插入键槽。也可以在不插入键的情况下插入键槽。



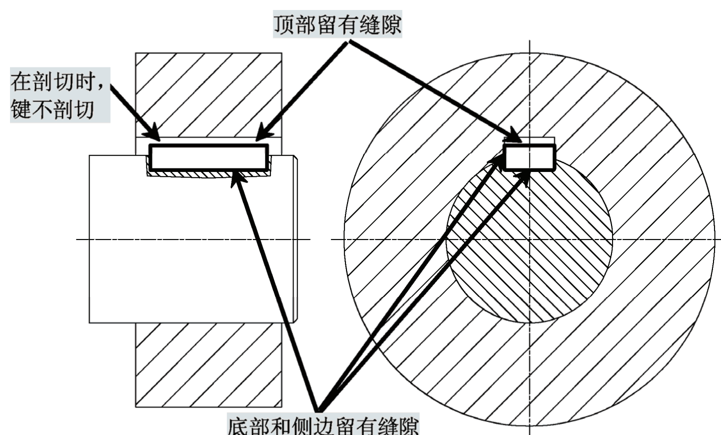


图 11-66　键装配示意图

要执行“平键/半圆键”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集丨轴用零部件丨平键/半圆键”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“平键/半圆键”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amshaftkey2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“平键/半圆键”按钮。

执行“平键/半圆键”命令（amshaftkey2d）后，将弹出“选择键或键槽”对话框，在“工具集”选项中展开“键或键槽”下面的选项，选择相关标准的键或键槽，在“详细列表”中选择相关视图，选择键相关规格，指定轴轮廓上插入点，指定中心线，弹出相关尺寸对话框，选择是否绘制零件，单击“完成”按钮，拖动鼠标选择键的长度规格，该键及键槽绘制完成，如图 11-67 所示。

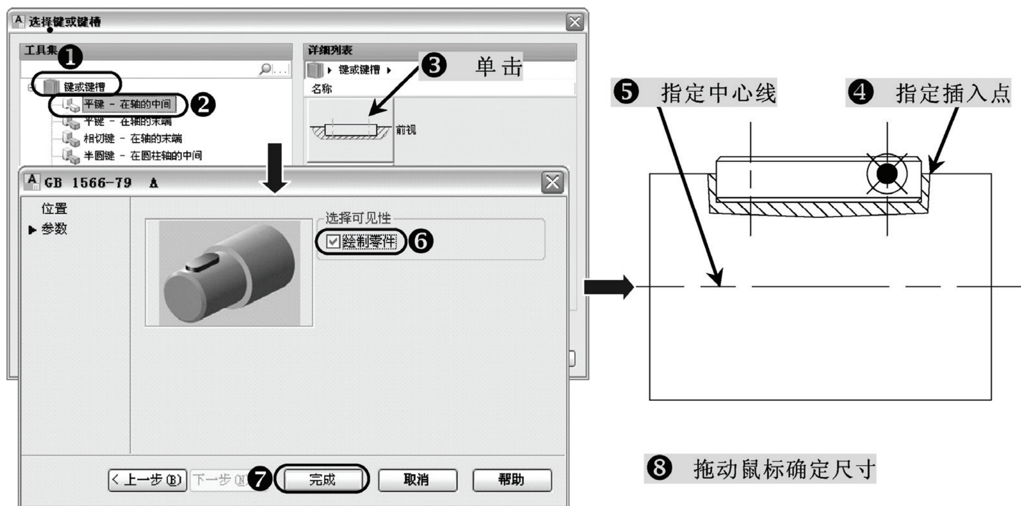


图 11-67　绘制键及键槽



技巧提示 键选项

学习笔记



使用“选择键或键槽”对话框选择要插入的类型和视图。

1） 如果选择半圆键，可以确定插入该半圆键的位置（在圆柱轴的中间或在圆锥轴的中间）。

2） 如果选择平键，还必须确定要在何种类型的轴上插入该平键（在轴的中部或在轴的端部）

11.4.8 轴生成器

AutoCAD Mechanical 提供了一个称为轴生成器的实用程序，可用于绘制实心轴和空心轴。

要执行“轴生成器”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 轴生成器”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“轴生成器”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amshaft2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“轴”面板中，单击“轴生成器”按钮。

执行“轴生成器”命令（amshaft2d）后，系统将提示指定中心线起点，再指定中心线终点，将弹出“轴生成器”对话框，“轴生成器”对话框中有“左内轮廓”、“外轮廓”和“右内轮廓”3 个选项卡，如图 11-68 所示。

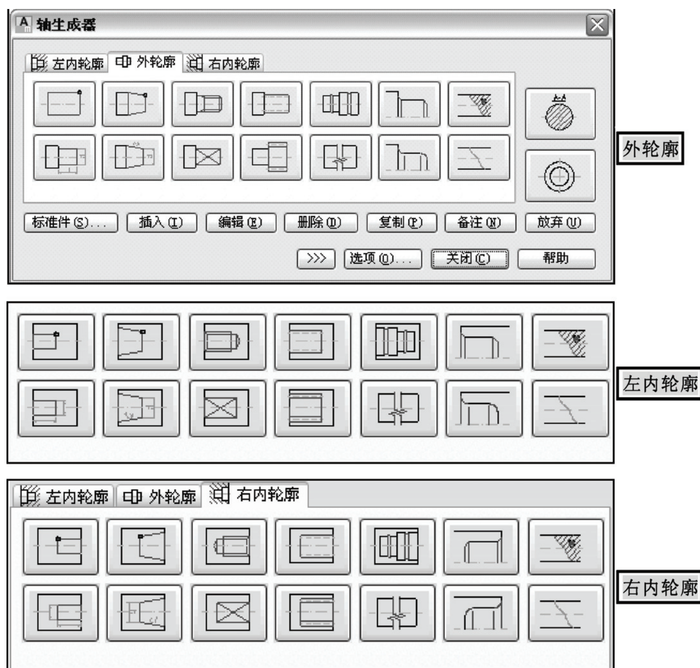


图 11-68 “轴生成器”对话框

在“轴生成器”对话框中，各工具按钮的意义和操作方式见表 11-5。

表 11-5 “轴生成器”对话框中各按钮作用

图 标	名 称	操 作 方 式
	圆柱体（点图元）	指定矩形的一个角点来确定该轴的形状，指定的角点与起点之间的距离可以通过输入数据来确定
	圆柱体（尺寸）	通过“指定轴长→指定轴直径”的方式来确定该轴的形状
	圆锥体	通过“指定起点处直径→指定另外一个角点”的方式来确定该轴的形状，指定的角点与起点之间的距离可以通过输入数据来确定
	斜度 1：x	通过“指定轴长→指定起点处轴直径→指定终点处轴直径”的方式来确定该轴的形状
	螺纹	进入“螺纹”（外）对话框，用户选择相关螺纹来绘制图形
	扳钳卡口	进入“板钳口”（外）对话框，用户选择相关扳钳卡口来绘制图形
	界面轮廓	进入“界面轮廓”（外）对话框，用户选择相关界面轮廓来绘制图形
	齿轮	进入“齿轮”（外）对话框，用户选择相关齿轮来绘制图形
	槽	通过“在轴上指定点→输入槽宽度→输入槽直径”的方式来确定该槽的形状
	打断	通过“在轴上指定点→输入打断宽度”的方式来打断该轴
	倒角	通过“指定要倒角的轴端→输入倒角长度→输入倒角度数”的方式来对轴端进行倒斜角
	圆角	通过“指定要倒角的轴端→输入半径长度”的方式来对轴端进行倒圆角
	填充	通过“指定要剖的轴的内部点→‘填充参数’对话框”的方式来对该轴进行剖面填充
	定义截面线	用类似于样条曲线的方式在轴上绘制截面线
	截面	通过“指定要剪切的位置→剖切线起点→剖切线终点→‘填充参数’对话框→标识字母→剖切视图的方向→截面视图插入点”的方式来绘制截面
	侧视图	通过“‘侧视图自’对话框→指定插入点”的方式来绘制侧视图
	圆柱体（内）	指定矩形的一个角点来确定该轴端面孔的形状，所指定的角点与起点之间的距离可以通过输入数据来确定
	圆柱体（内）	通过“指定轴长→指定轴直径”的方式来确定该轴端面孔的形状
	圆锥体（内）	通过“指定起点处直径→指定另外一个角点”的方式来确定该轴端面孔的形状，所指定的角点与起点之间的距离可以通过输入数据来确定
	斜度 1：x（内）	通过“指定轴长→指定起点处轴直径→指定终点处轴直径”的方式来确定该轴端面孔的形状。
	螺纹（内）	进入“螺纹”（内）对话框，用户选择相关螺纹来绘制图形
	扳钳卡口（内）	进入“板钳口”（内）对话框，用户选择相关扳钳卡口来绘制图形
	齿轮（内）	进入“齿轮”（内）对话框，用户选择相关齿轮来绘制图形
	界面轮廓（内）	进入“界面轮廓”（内）对话框，用户选择相关界面轮廓来绘制图形
	槽（内）	通过“在轴上指定点→输入槽宽度→输入槽直径”的方式来确定该轴端面孔内槽的形状
	倒角（内）	通过“指定要倒角的轴端→输入倒角长度→输入倒角度数”的方式来对轴端端面孔进行倒斜角
	圆角（内）	通过“指定要倒角的轴端→输入半径长度”的方式来对轴端端面孔进行倒圆角

选项讲解 “创建隐藏位置”对话框的一些选项

知识要点

除了上表中所示的工具按钮，“轴生成器”对话框中还有其他选项。

☑ 标准件：显示“选择零件”对话框，如图 11-69 所示。选定的零件包含使用“轴生成器”将零件绘制成一个轴段的信息。



图 11-69 “选择零件”对话框

☑ 插入：确定新轴段在现有轴的截面上的起始点。根据轴配置的设置不同，新零件可以覆盖一个现有的轴段，也可以插入到两个轴段之间。

☑ 编辑：修改轴的特定截面。这个功能可以当成轴生成器内部的“增强编辑”内嵌命令。

☑ 删除：删除一个轴段。紧挨着被删除轴段的零件按照在配置中指定的方向移动，移动距离为被删除轴段的长度。

☑ 复制：分别复制轴的截面和子截面。

☑ 备注：描述轴的截面。选择轴，指定箭头起点和终点后，弹出“注释符号 ISO”对话框，如图 11-70 所示，用户进行相关操作。

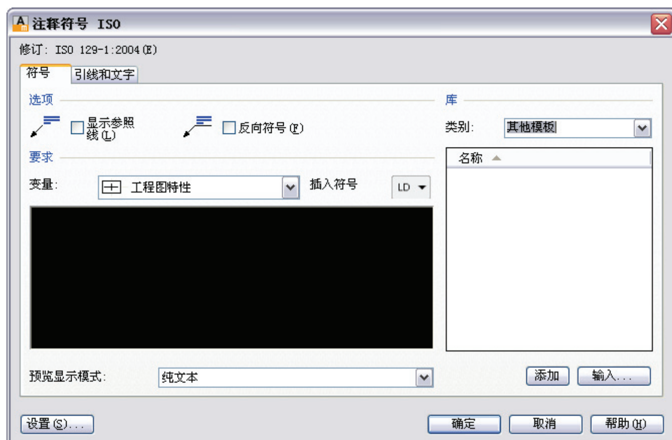


图 11-70 “注释符号 ISO”对话框

☑ 放弃：回扫生成轴的最近步骤。只要未终止轴的生成过程，就可以一步一步地删除插入的轴段。

☑ 预览[>>>]：临时关闭对话框，这样用户就可以看见轴的情况了。

☑ 选项：显示“轴生成器-配置”对话框，如图 11-71 所示，通过此对话框可以配置轴生成器的工作方式。



图 11-71 “轴生成器-配置”对话框

一学即会 轴生成器的应用

视频：轴生成器的应用.avi
案例：轴.dwg

11 练习

在本例中通过绘制一段轴来学习轴生成器中各个子命令的运用。首先绘制轴基础段；再绘制左右两端的内轮廓；最后绘制该轴的左右特征视图，从而完成该轴的绘制，操作步骤如下：

1）启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\11\轴.dwg”文件。

2）打开“正交”模式，执行“轴生成器”命令（amshaft2d），在屏幕上指定中心线起点，再在水平向右位置指定中心线终点。弹出“轴生成器”对话框，在“外轮廓”选项卡中选择“板钳卡口”工具按钮，弹出“板钳口”对话框，选择“ASME B107.17M 六边”规格。弹出“板钳卡口 ASME B107.17M 六边”对话框，在尺寸列表中选择“1 5/8″”尺寸，在“长度 L”选项中输入“30”，单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-72 所示。

3）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“圆柱体（尺寸）”工具按钮，输入轴长度“40”，输入轴直径“70”，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-73 所示。

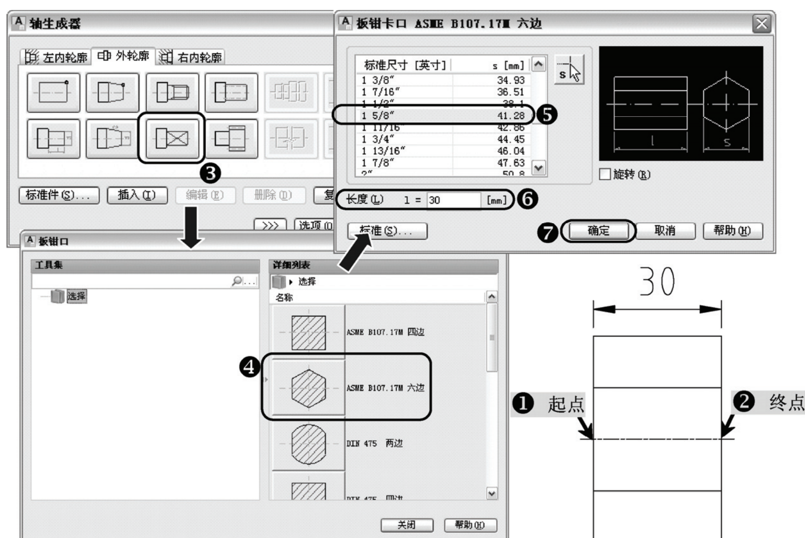


图 11-72 绘制板钳卡口



图 11-73 绘制Φ70×40 轴

4）继续选择“圆柱体（尺寸）”工具按钮，输入轴长度“60”，输入轴直径“80”， 返回到“轴生成器”对话框，如图 11-74 所示。

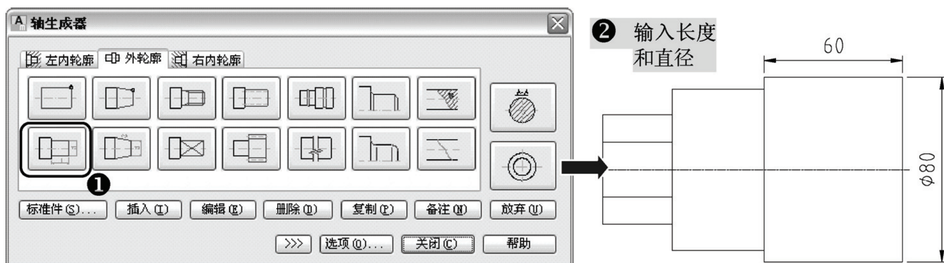


图 11-74 绘制Φ80×60 轴

5）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“齿轮”工具按钮，弹出“齿轮”对话框，选择“DIN”规格，在“模数”栏输入“5”，单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-75 所示。

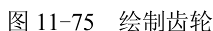


图 11-75　绘制齿轮

6）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“斜度 1：x”工具按钮，输入轴长度“50”，输入起点处轴直径“70”，输入终点处直径“50”，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-76 所示。

图 11-76　绘制锥度轴

7）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“圆柱体（尺寸）”工具按钮，输入轴长度“60”，输入轴直径“50”，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-77 所示。

图 11-77　绘制Φ50×60 轴

8）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“截面轮廓”工具按钮，弹出“截面轮廓”对话框，选择“SAE J501”规格，弹出“花键轴 SAE J501”

对话框，在尺寸列表中选择“3″ ”尺寸，在“长度 L”选项中输入“30”（在“修改设计”选项中可以根据需求对零件修改设计），单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-78 所示。

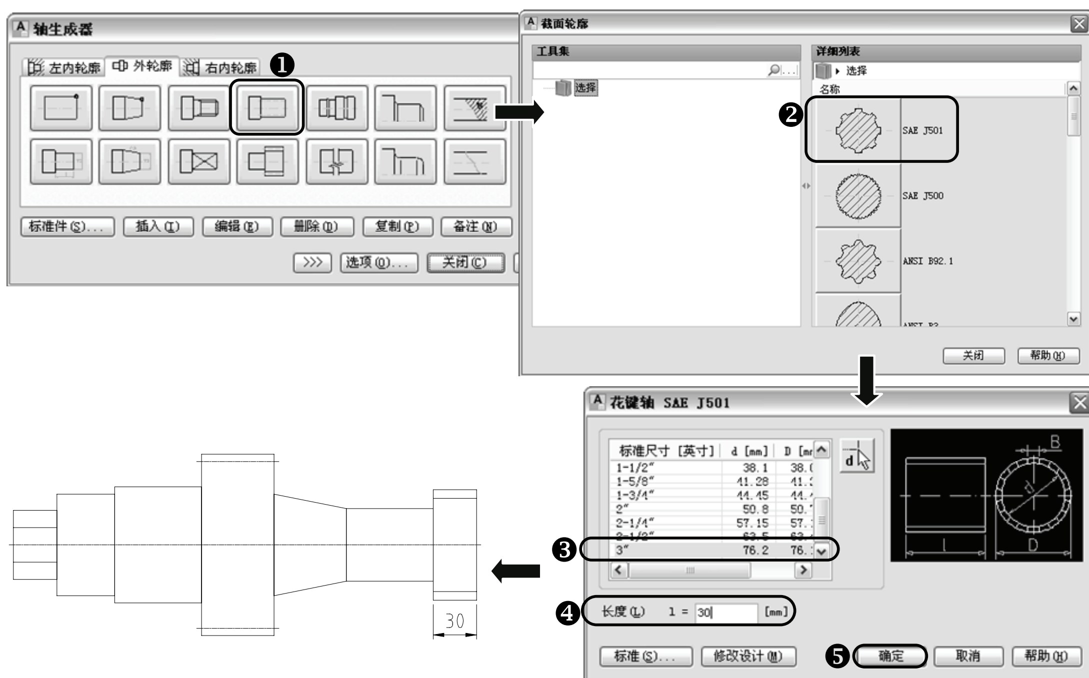


图 11-78　绘制花键轴

9）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“圆柱体（尺寸）”工具按钮，输入轴长度“5”，输入轴直径“43”， 返回到“轴生成器”对话框，如图 11-79 所示。

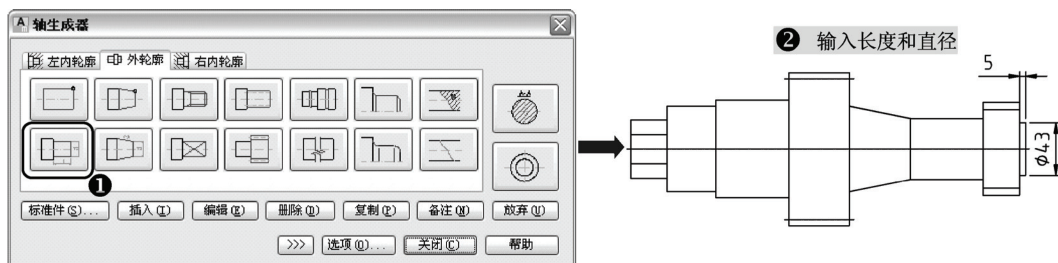


图 11-79　绘制Φ43×5 轴

10）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“螺纹”工具按钮，弹出“螺纹”对话框，选择“GB/T 196-81-外螺纹”规格，弹出“GB/T 196-81-外螺纹”对话框，在尺寸列表中选择“M50×3″ ”尺寸，在“长度 L”选项中输入“60”，单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-80 所示。

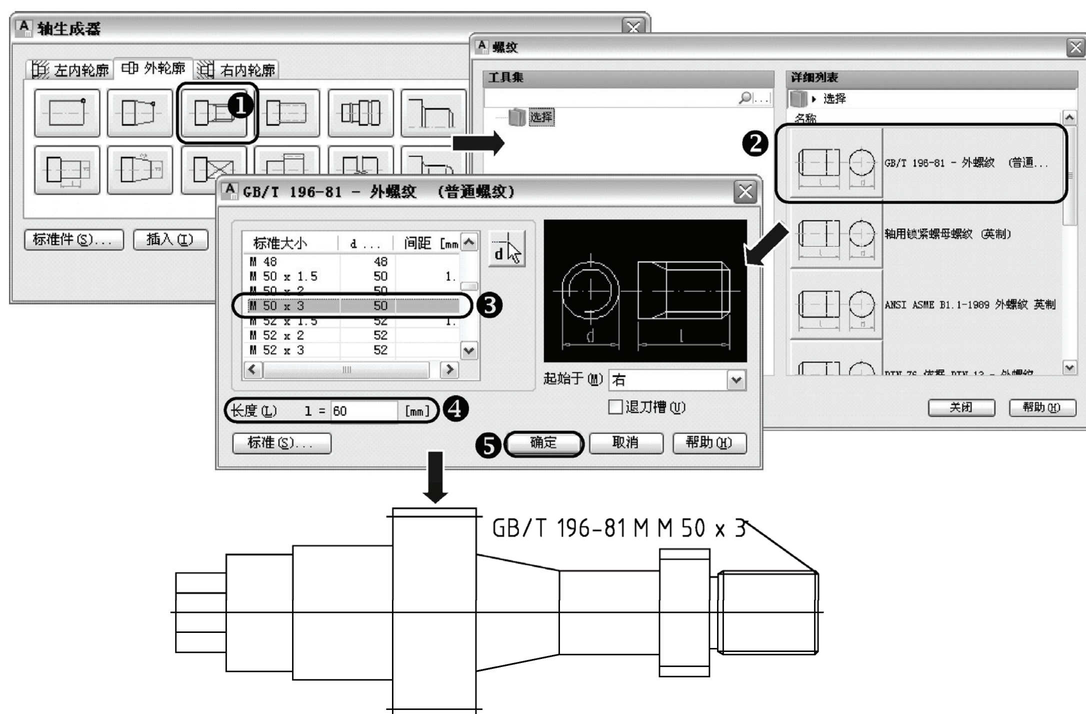


图 11-80　绘制 M50 螺纹

11）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“左内轮廓”选项卡中选择“螺纹”工具按钮，弹出“选择螺纹轴”对话框，选择“GB/T 196-2003-盲孔”规格，输入螺纹有效长度“15”（螺纹孔长度一般是螺纹直径的 1.5～2.0 倍），弹出“选择零件规格”对话框，在尺寸列表中选择“M6″”尺寸，单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-81 所示。

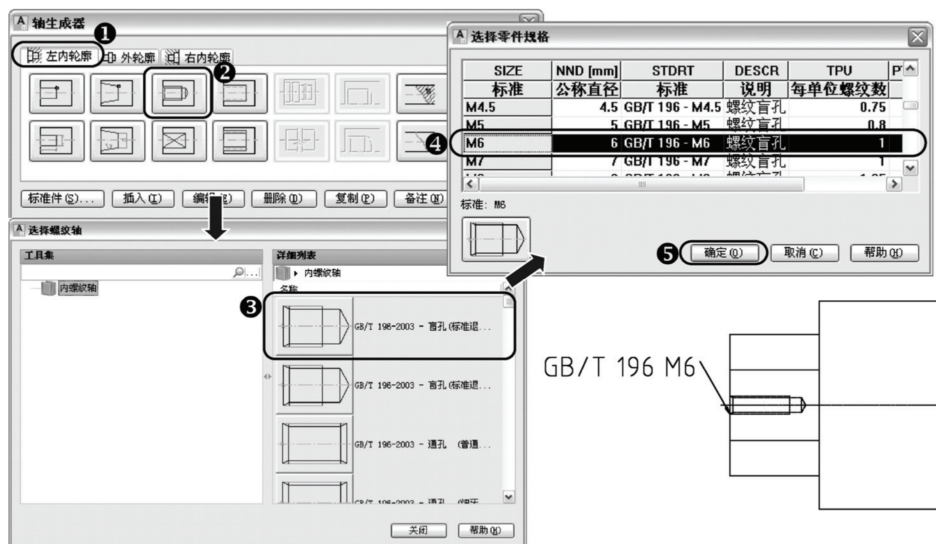


图 11-81　绘制 M6 螺纹

12）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“右内轮廓”选项卡中选择“截面轮廓”工具按钮，弹出“截面轮廓”对话框，选择“DIN 5464”规格，弹出“花键轴 DIN 5464”对话框，在尺寸列表中选择“10 × 23 × 29″ ”尺寸，在“长度 L”选项中输入“20”，单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-82 所示。

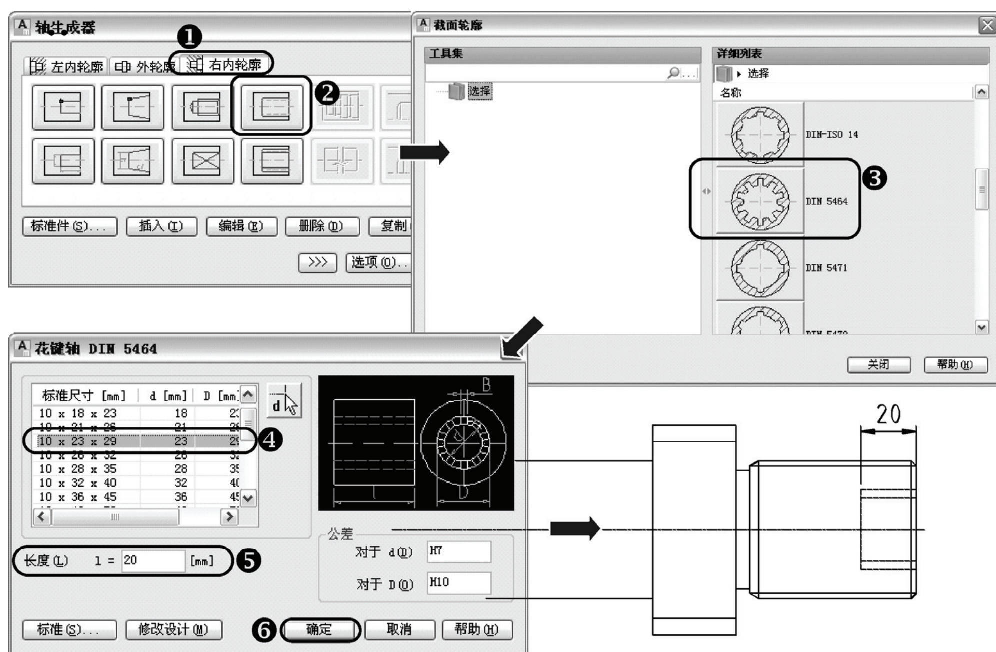


图 11-82　绘制花键轴

13）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“倒角”工具按钮，单击选择“Φ70 × 40”轴的左端，输入倒角长度“2”，输入倒角度数“45”，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-83 所示。

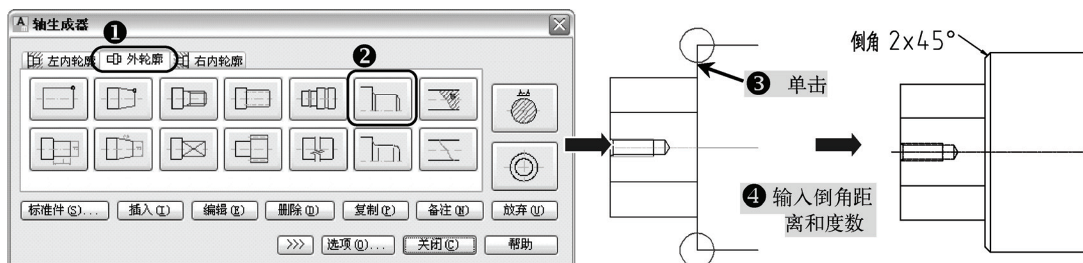


图 11-83　绘制倒角 C2

14）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“圆角”工具按钮，单击选择“Φ80 × 60”轴的左端，输入倒角半径“4”，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-84 所示。

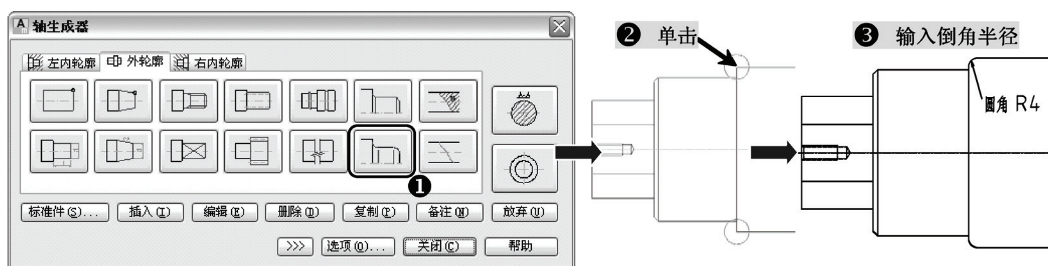


图 11-84　绘制圆角 R4

15）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“槽”工具按钮，单击选择“Φ80 × 60”轴上要开槽的地方，输入开槽长度“5”，输入槽直径“70”，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-85 所示。

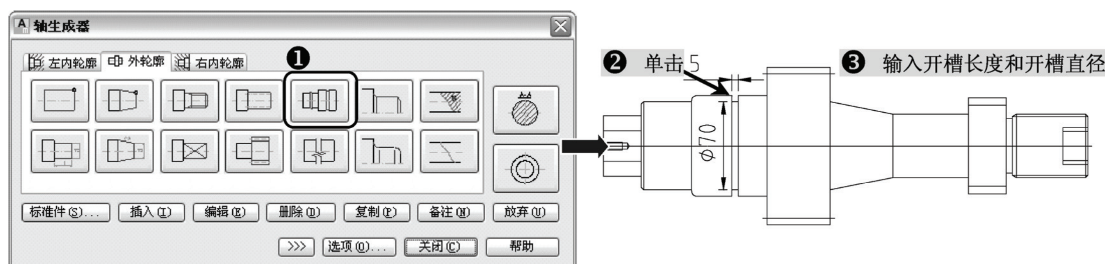


图 11-85　绘制Φ70×5 槽

16）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“打断”工具按钮，单击选择“Φ50 × 60”轴上要打断的地方，输入打断长度“5”，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-86 所示。

17）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“填充”工具按钮，指定要剖的轴的内部点，弹出“填充参数:”对话框，选择“半剖”和“自动”选项，单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-87 所示。

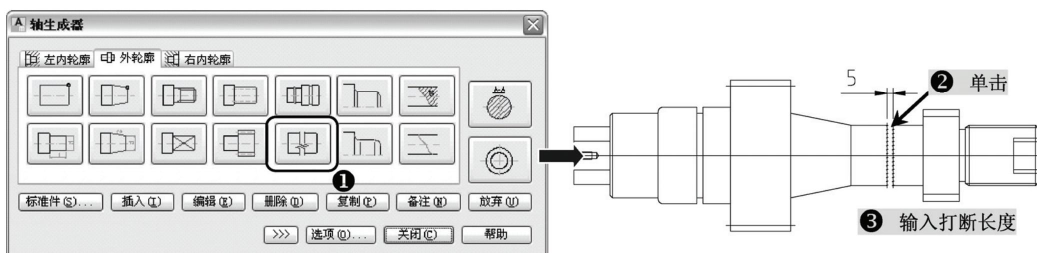


图 11-86　打断操作

18）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“截面”工具按钮，单击“齿轮（外）”要剪切的位置，指定剖切线起点，指定剖切线终点，弹出“填充参数:”对话框，选择“自动”选项，单击“确定”按钮，输入标识字母“A”，指定剖切平面的边，指定截面视图的插入点，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-88 所示。

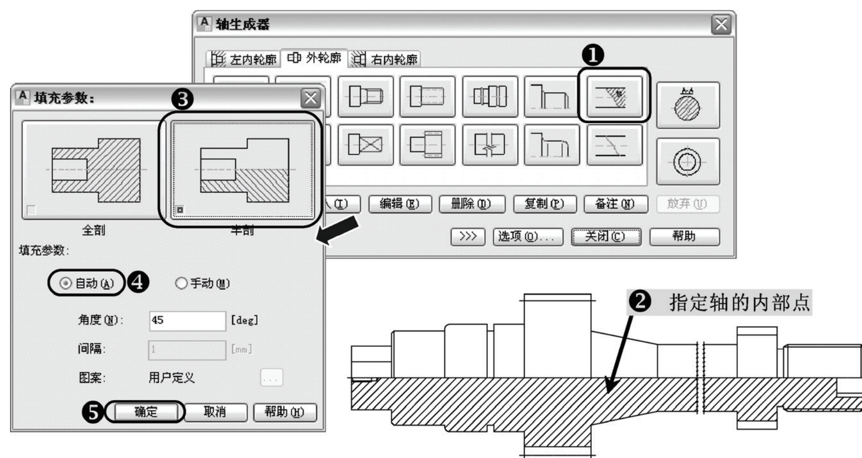


图 11-87 填充操作

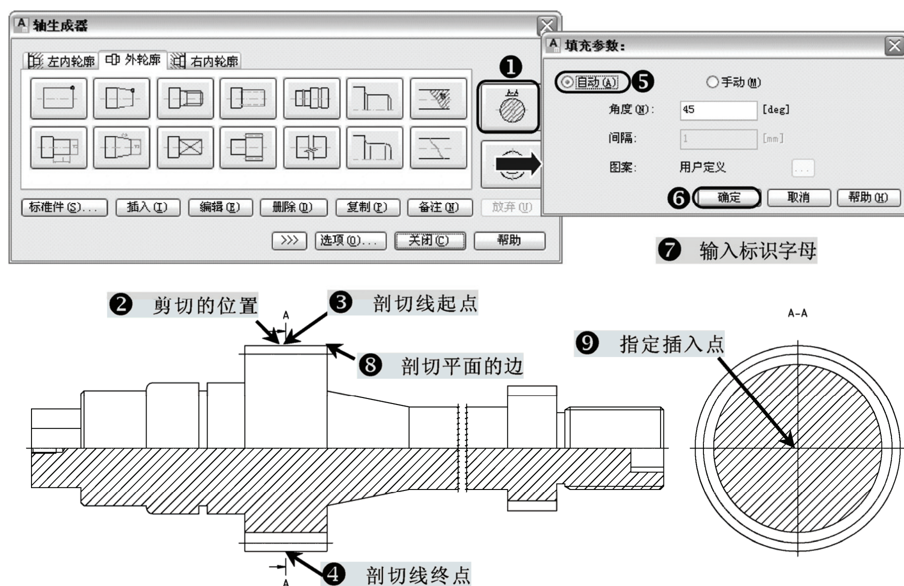


图 11-88 截面操作

19）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“侧视图”工具按钮，弹出“侧视图自”对话框，选择“右”选项，单击“确定”按钮，在图的左边指定侧视图的插入点，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-89 所示

20）在上一步返回的“轴生成器”对话框中，在“外轮廓”选项卡中选择“备注”选项，单击选择“花键（外）”，指定备注线起点，指定下一点，确定，弹出“注释符号 ISO”对话框，在“要求/变量”选项中选择“DESC”，单击“确定”按钮，返回到“轴生成器”对话框，如图 11-90 所示。

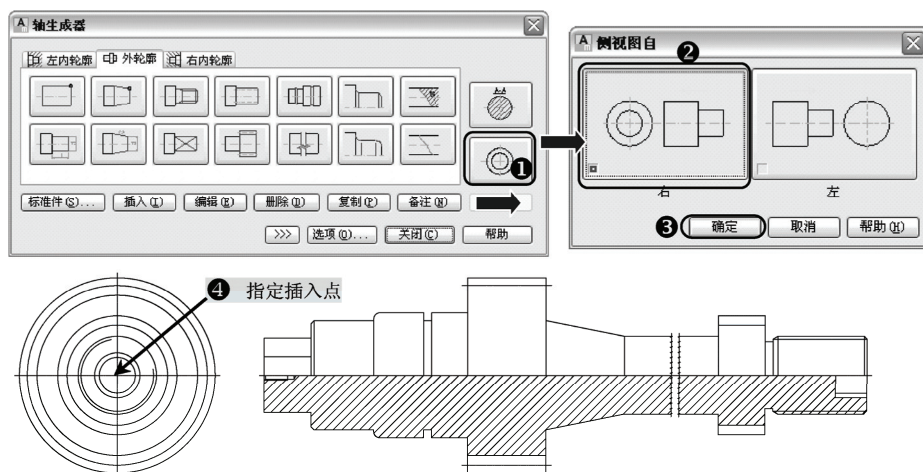


图 11-89　绘制侧视图

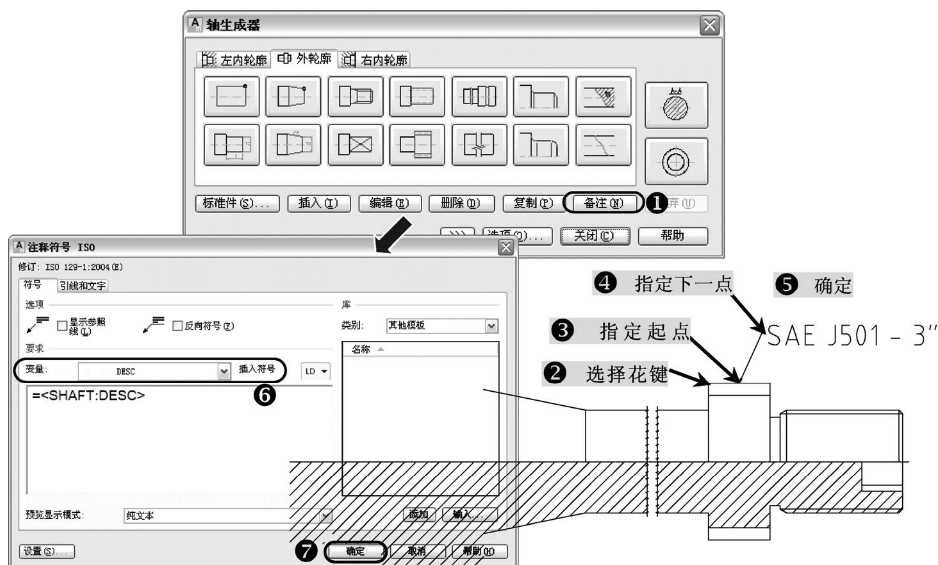


图 11-90　备注花键

21）重复执行“备注”选项，对“齿轮”进行备注。备注后返回到“轴生成器”对话框，如图 11-91 所示。

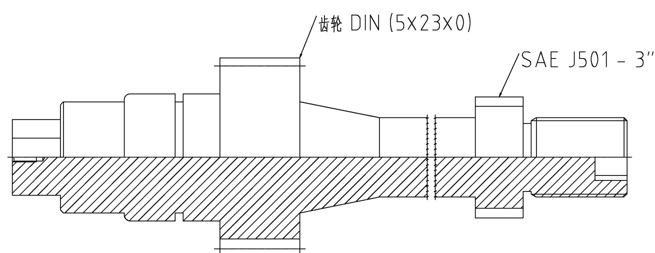


图 11-91　备注齿轮

22）至此，该图形已经绘制完成，如图 11-92 所示。再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

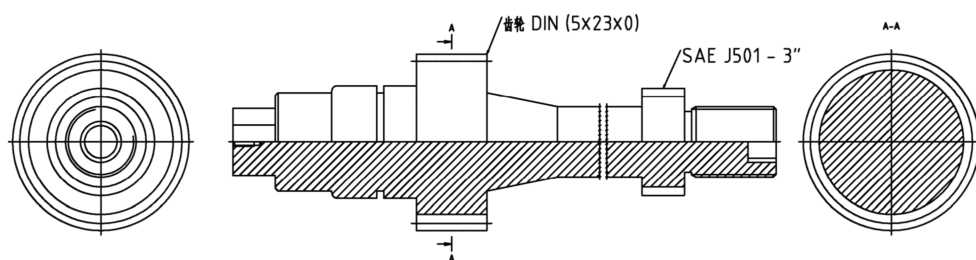


图 11-92 最终图

第 12 章

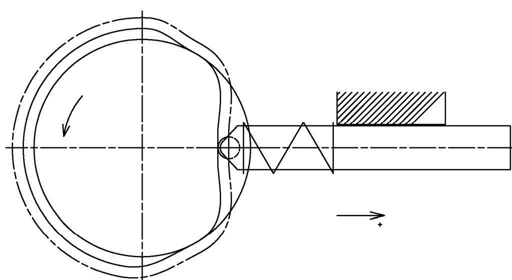
其他结构件工具集

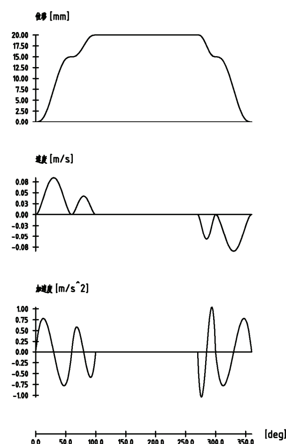
内容摘要

本章讲述的是 AutoCAD Mechanical 提供的在机械结构中其他的一些常用运动类型结构件的工具集库，用户可以通过工具集直接插入零件库中的标准零件。

学习本章应对以下命令进行系统了解。

- 型材
- 压缩弹簧
- 拉伸弹簧
- 扭转弹簧
- 碟形弹簧
- 链条/皮带
- 链轮/带轮
- 凸轮





盘形凸轮的计算，直动从动轮							
运动	项目序号 deg	升程 mm	最小/最大速度 m/s		最小/最大加速度 m/s^2		反转
5 阶多项式	0 – 60	0 – 15	0	0.084375	–0.779423	0.779423	0.5
5 阶多项式	60 – 100	15 – 20	0	0.0421875	–0.584567	0.584567	0.5
停顿	100 – 270	20 – 20	0	0	0	0	
5 阶多项式	270 – 300	20 – 15	–0.05625	–0	–1.03923	1.03923	0.5
5 阶多项式	300 – 360	15 – 0	–0.084375	–0	–0.779423	0.779423	0.5
凸轮上的最大值		20	–0.084375	0.084375	–1.03923	1.03923	

最大压力角	29.745 deg	允许 <= 30	安全	压力	3.66
最小曲率半径	21.925 mm	允许 >= 7.143		半径	896.34

12.1 型材的应用

12 掌握

型材是铁或钢以及具有一定强度和韧性的材料通过轧制、挤出、铸造等工艺制成的具有一定几何形状的物体。这类材料具有的外观尺寸一定，断面呈一定形状，具有一定的力学物理性能。型材既能单独使用也能进一步加工成其他制造品，常用于建筑结构与制造安装，如图 12-1 所示。

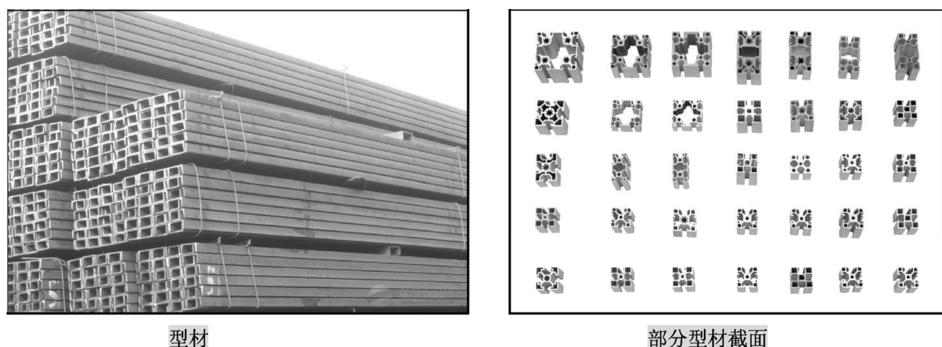


图 12-1　型材

按照钢冶炼质量的不同，型钢分为普通型钢和优质型钢。普通型钢按现行金属产品目录又分为大型型钢、中型型钢、小型型钢。普通型钢按其断面形状又可分为工字钢、槽钢、角钢、圆钢等。

AutoCAD Mechanical 2013 软件中的工具集提供了以下十种型材供用户选择，如图 12-2 所示。

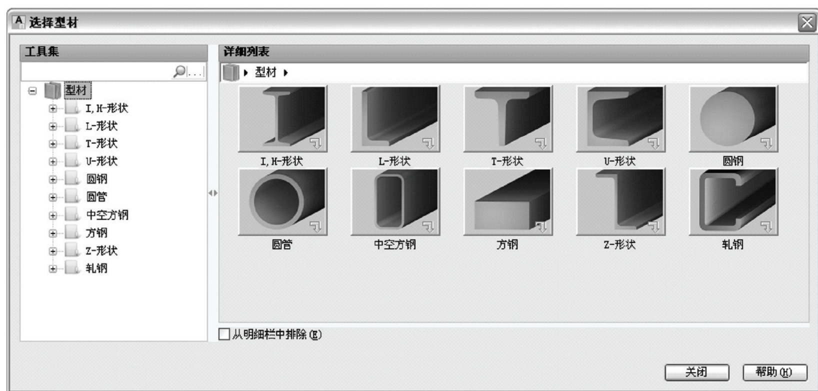


图 12-2　型材分类

在 AutoCAD Mechanical 中，要执行“型材”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 型材”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“型材”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amstlshap2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“零件”面板中，单击“型材”按钮。

执行“型材”命令（amstlshap2d）后，将弹出“选择型材”对话框，在“工具集”选项中展开“型材”下面的选项，选择相关标准的型材，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，输入旋转角，弹出“××-尺寸选择集”对话框，选择相关尺寸，单击“下一步”按钮弹出“××-长度选择集”对话框，输入型材长度尺寸，单击“完成”按钮，该型材绘制完成，如图 12-3 所示。

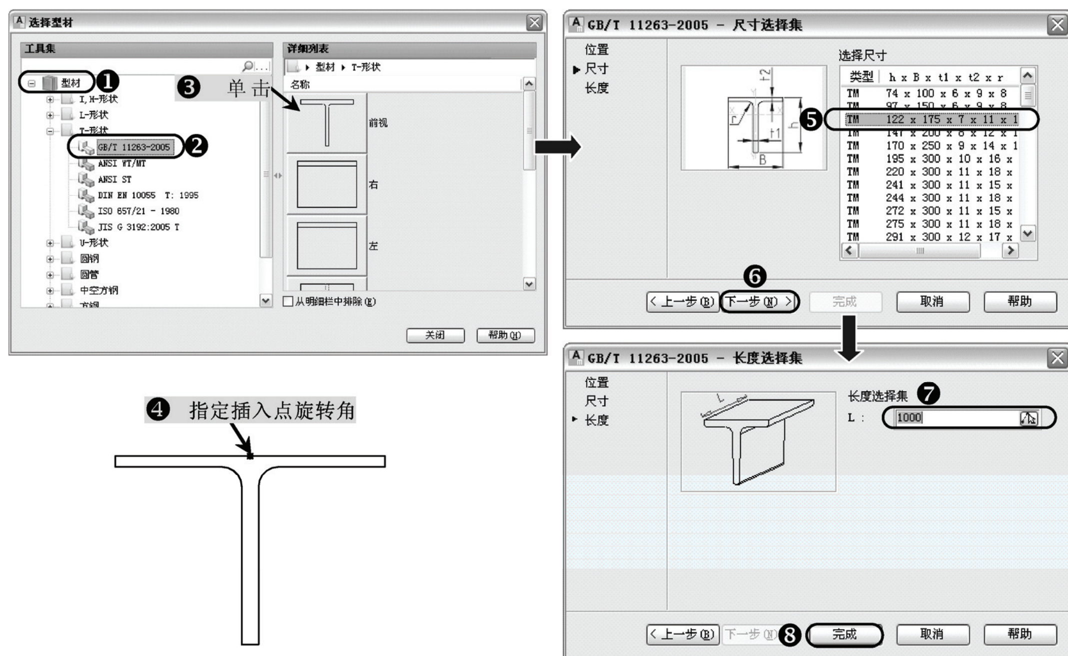


图 12-3　绘制型材

12.2 弹簧的应用

12 掌握

弹簧是一种利用材料的弹性和结构特点，使变形与载荷之间保持一定关系的一种弹性元件，一般用弹簧钢制成。用以控制机件的运动、缓和冲击或振动、贮蓄能量、测量力的大小等，广泛用于机器、仪表中。弹簧的种类复杂多样，按形状分，主要有螺旋弹簧、涡卷弹簧、板弹簧等，如图 12-4 所示。

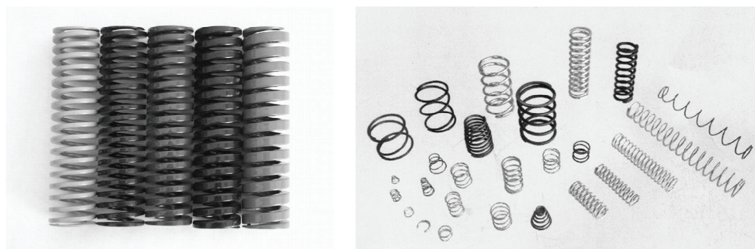


图 12-4　弹簧

弹簧是机械和电子行业中广泛使用的一种弹性元件，弹簧在受载时能产生较大的弹性变形，把机械功或动能转化为变形能，而卸载后弹簧的变形消失并回复原状，将变形能转化为机械功或动能。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，工具集提供了以下 4 种弹簧供用户选择，见表 12-1。



表 12-1　弹簧分类

压缩弹簧	拉伸弹簧	扭转弹簧	碟形弹簧



12.2.1　压缩弹簧

压缩弹簧（压簧）是承受压力的螺旋弹簧，它所用的材料截面多为圆形，也有用矩形和多股钢索制成的，弹簧一般为等节距的，压缩弹簧的形状有圆柱形、圆锥形、中凸形和中凹形以及少量的非圆形等，压缩弹簧的圈与圈之间有一定的间隙，当受到外载荷时弹簧压缩变形，储存变形能。

“压缩弹簧”命令用于执行计算并在绘图区域中插入压缩弹簧。系统会执行计算并推荐合适的弹簧。可以在插入压缩弹簧的同时插入表格。如果需要，可以在不执行任何计算的情况下插入弹簧。为了使计算尽可能的简单和清楚，应使用相同的方法插入弹簧类型。用户可以使用对话框来选择、计算和插入弹簧。使用“选择压缩弹簧”对话框选择标准、视图及弹簧类型。

要执行“压缩弹簧”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 弹簧 | 压缩弹簧”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“压缩弹簧”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcomp2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“压缩弹簧”按钮。

执行“压缩弹簧”命令（amcomp2d）后，将弹出“选择压缩弹簧”对话框，在“工具集”选项中展开“压缩弹簧”下面的选项，选择相关标准的压缩弹簧。在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，指定方向，弹出“压缩弹簧-从表格中选择××”对话框，在对话框中输入相关数据后，单击“下一步”按钮，选择相关尺寸后，单击“完成”按钮，输入“弹簧长度”(或者输入“力值”、“变形量值”)，根据系统提示“是否选择芯轴”或“仅闭合轮廓”，该弹簧绘制完成，如图 12-5 所示。

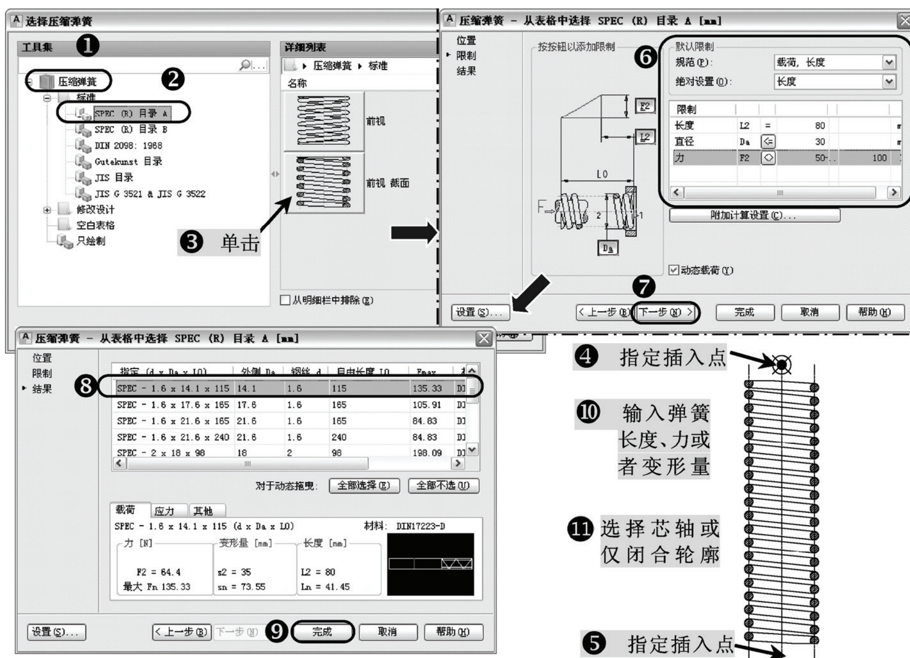


图 12-5　绘制压缩弹簧

选项讲解

“压缩弹簧”命令的选项

知识要点

当用户在“压缩弹簧-从表格中选择××”对话框中勾选了“动态载荷”选项时，则在绘制时会出现下面的选项：

☑ 长度（l）：通过在屏幕上绘制弹簧来定义弹簧的长度。该长度必须介于最大受力长度和自由长度之间。

☑ 力（f）：通过输入所受力定义弹簧的长度。该力的数值必须小于最大受力。

☑ 变形量（d）：通过输入弹簧的变形量定义弹簧的长度。该变形量的数值必须小于最大变形量。

当用户在“压缩弹簧-从表格中选择××”对话框中取消了“动态载荷”选项时，则在绘制时会出现下面的选项：

☑ +：执行一次“+”命令，则所选的弹簧规格变成上一规格。

☑ -：执行一次“-”命令，则所选的弹簧规格变成下一规格。

如果用户想要根据实际情况绘制所需要的弹簧（如钢丝直径、弹簧圈数等），则可以选择“选择压缩弹簧”对话框中的“只绘制”选项进行绘制，选择相关视图后，进入“压缩弹簧-只绘制[mm]”对话框，如图 12-6 所示。

用户可以通过选择“空白表格”选项，在工程图中插入一个“ANSI”、“ISO”或“DIN”格式的标准表格。用户可以选择一个表格，并在工程图中为这个表格确定一个插入点。如果希望在该表格中输入值，则单击该表。

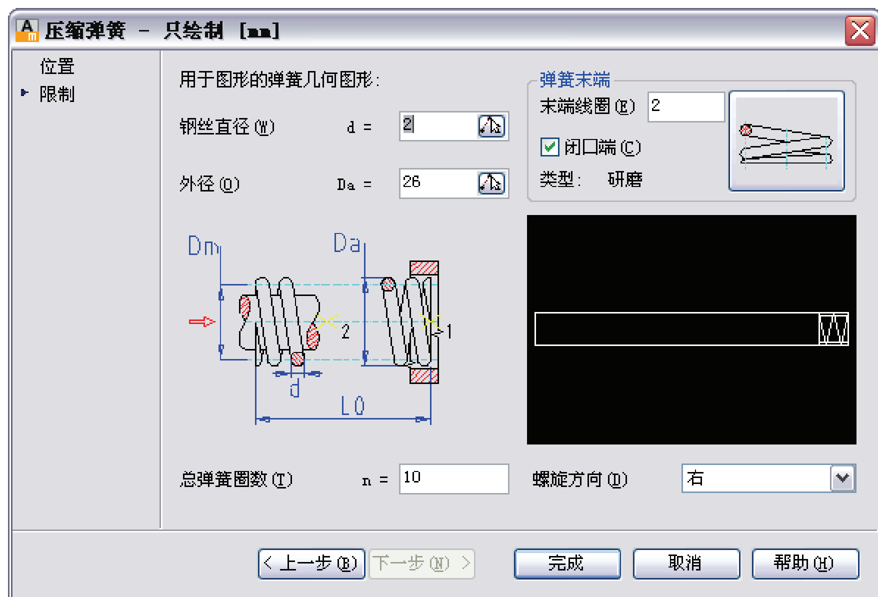


图 12-6 “压缩弹簧-只绘制[mm]”对话框

在“压缩弹簧-只绘制[mm]”对话框中的“弹簧末端”选项中，提供了 3 种弹簧末端类型，如图 12-7 所示。

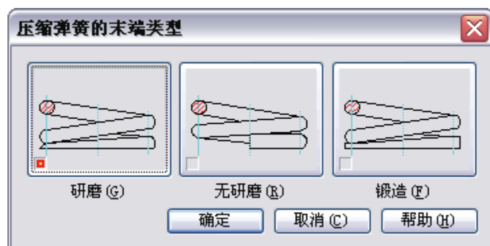


图 12-7 弹簧末端类型



12.2.2 拉伸弹簧

拉伸弹簧（也叫拉力弹簧或拉簧）是承受轴向拉力的螺旋弹簧，拉伸弹簧一般都用圆截面材料制造。在不承受负荷时，拉伸弹簧的圈与圈之间一般都是并紧的没有间隙。

“拉伸弹簧”命令用于执行计算并在绘图区域中插入拉伸弹簧。系统会推荐要使用的弹簧。可以在插入拉伸弹簧的同时插入表格。也可以在不执行任何计算的情况下绘制弹簧。为了使计算尽可能的简单和清楚，应使用相同的方法插入弹簧类型。用户可以使用对话框来选择、计算和插入弹簧。使用“选择拉伸弹簧”对话框选择标准、视图和弹簧类型。

要执行“拉伸弹簧”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 弹簧 | 拉伸弹簧”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“拉伸弹簧”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amext2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“拉伸弹簧”按钮。

执行“拉伸弹簧”命令（amext2d）后，将弹出“选择拉伸弹簧”对话框，在“工具集”选项中展开“拉伸弹簧”下面的选项，选择相关标准的拉伸弹簧，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，指定方向，弹出“拉伸弹簧-从表格中选择××”对话框，在对话框中输入相关数据后，单击“下一步”按钮，选择相关尺寸后，单击“完成”按钮，弹出“拉伸弹簧-图形视图的角度”对话框，选择相关选项后，输入“弹簧长度”（或者输入“力值”、“变形量值”），根据系统提示“是否选择芯轴”或“仅闭合轮廓”，该弹簧绘制完成，如图 12-8 所示。

图 12-8　绘制拉伸弹簧

如要根据实际情况绘制所需要的弹簧（如钢丝直径、弹簧圈数等），则可以选择“选择拉伸弹簧”对话框中的“只绘制”选项进行绘制。

12.2.3　扭转弹簧

扭转弹簧属于螺旋弹簧。扭转弹簧的端部被固定到其他组件上，当其他组件绕着弹簧中心旋转时，该弹簧将它们拉回初始位置，产生扭矩或旋转力。扭转弹簧可以存储和释放角能量或者通过绕簧体中轴旋转力臂以静态固定某一装置。

根据应用要求，设计扭转弹簧的旋向（顺时针或逆时针），从而确定弹簧的旋向。扭转

弹簧是一种利用弹性来工作的机械零件，一般用弹簧钢制成。用以控制机件的运动、缓和冲击或震动、贮蓄能量、测量力的大小等。广泛应用于计算机，电子，家电，照相机，仪器，门，摩托车，收割机，汽车，等行业。

“扭转弹簧”命令用于执行计算并在绘图区域中插入扭转弹簧。向导将指导用户完成弹簧和视图的选择。另一个向导将使用户可以指定限制并推荐要使用的弹簧。用户可以同时插入表格和弹簧。也可以在不执行任何计算的情况下绘制弹簧。

要执行“扭转弹簧”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集丨弹簧丨扭转弹簧”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“扭转弹簧”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amtor2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“扭转弹簧”按钮。

执行“扭转弹簧”命令（amtor2d）后，将弹出“选择扭转弹簧”对话框，在“工具集”选项中展开“扭转弹簧”下面的选项，选择相关标准的扭转弹簧，在“详细列表”中选择相关视图，弹出“扭转弹簧的末端类型”对话框，选择选项，单击“确定”按钮，在屏幕上指定插入点，指定固定端支撑点，指定旋转方向，指定扭臂大小，弹出“扭转弹簧-从表格中选择××”对话框，在对话框中输入相关数据后，单击“下一步”按钮，选择相关尺寸后，单击“完成”按钮，输入“弹簧长度”（或者输入“力值”、“变形量值”），弹出“螺旋方向”对话框，选择相关选项，单击“下一步”按钮，该弹簧绘制完成，如图 12-9 所示。

如想要根据实际情况绘制所需要的弹簧（如钢丝直径、弹簧圈数等），则可以选择“选择扭转弹簧”对话框中的“只绘制”选项进行绘制。

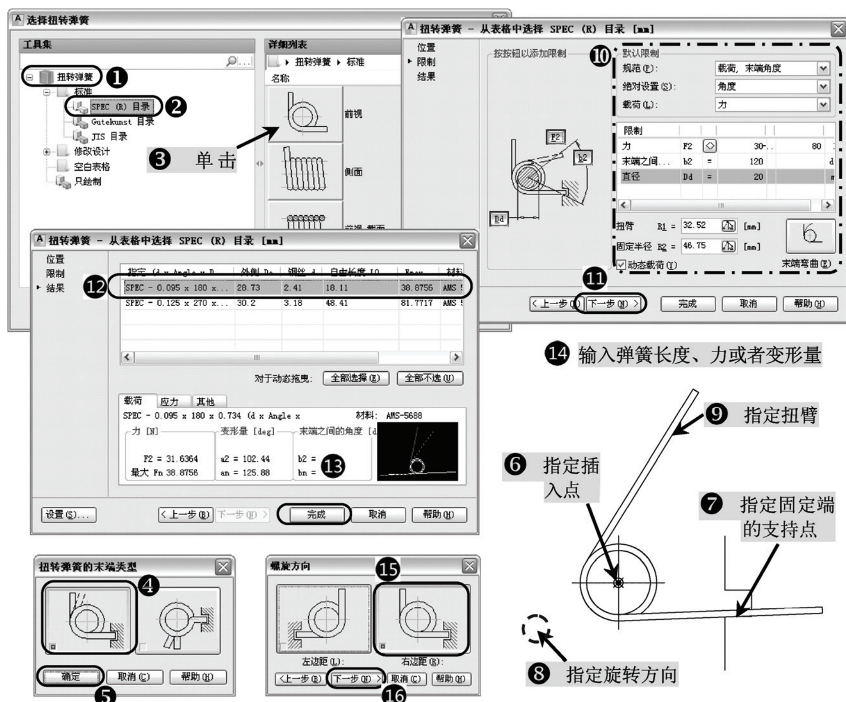


图 12-9　绘制扭转弹簧

在“扭转弹簧-从表格中选择××”对话框中的“末端弯曲”选项中，提供了 4 种弹簧弯曲末端类型，如图 12-10 所示。

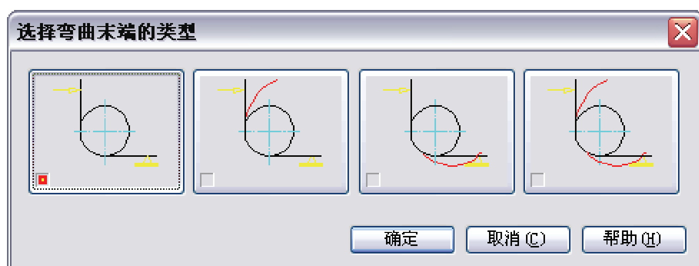


图 12-10 弹簧弯曲末端类型

 12.2.4 碟形弹簧

碟形弹簧是在轴向上呈锥形并承受负载的特殊弹簧，在承受负载变形后，储蓄一定的势能，当螺栓出现松弛时，碟形弹簧释放部分势能以保持法兰连接间的压力达到密封要求。碟形弹簧应力分布由里到外均匀递减，能够实现低行程高补偿力的效果。

碟形弹簧常用于重型机械（如压力机）和大炮、飞机等中，作为强力缓冲和减振弹簧，用作汽车和拖拉机离合器及安全阀的压紧弹簧，以及机动器械的储能元件。

碟形弹簧根据截面形状的不同可以分为三类，包括普通碟形弹簧（其截面形状为矩形）、带径向沟槽的碟形弹簧、梯形截面碟形弹簧。

“碟形弹簧”命令用于执行弹簧计算并在绘图区域中插入碟形弹簧。执行计算并推荐合适的弹簧。可以在插入碟形弹簧的同时插入表格。如果需要，可以在不执行任何计算的情况下插入弹簧。

要执行“碟形弹簧”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 弹簧 | 碟形弹簧”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“碟形弹簧”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ambell2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“碟形弹簧”按钮。

执行“碟形弹簧”命令（ambell2d）后，将弹出“选择碟形弹簧”对话框，在“工具集”选项中展开“碟形弹簧”下面的选项，选择相关标准的拉伸弹簧，在“详细列表”中选择相关视图，在屏幕上指定插入点，指定方向，弹出“碟形垫圈弹簧-从表格中选择××”对话框，在对话框中输入相关数据后，单击“下一步”按钮，选择相关尺寸后，单击“完成”按钮，输入“弹簧长度”（或者输入“力值”、“变形量值”），根据系统提示“是否选择芯轴”或“仅闭合轮廓”，该弹簧绘制完成，如图 12-11 所示。

如要根据实际情况绘制所需要的弹簧（如钢丝直径、弹簧圈数等），则可以选择“选择碟形弹簧”对话框中的“只绘制”选项进行绘制。

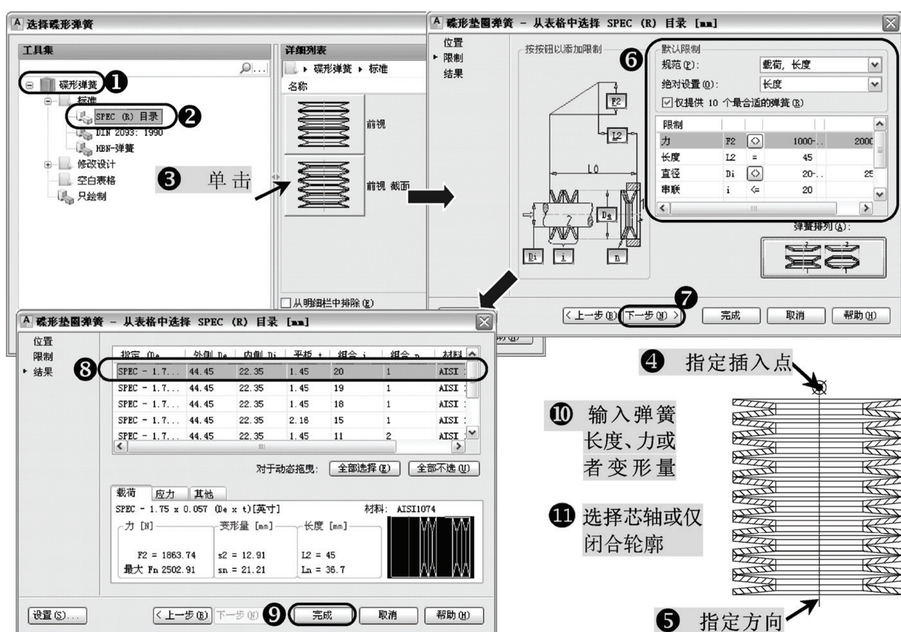


图 12-11 绘制碟形弹簧

在“碟形垫圈弹簧-从表格中选择××”对话框中的“碟形弹簧-排列”选项中，提供了两种弹簧对合组合类型，如图 12-12 所示。

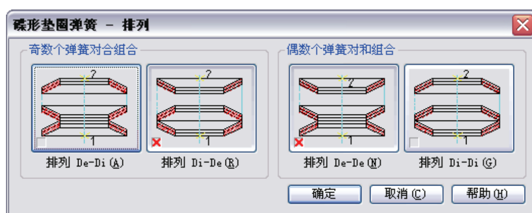


图 12-12 弹簧对合组合类型

12.3 链条/皮带的应用

12 掌握

链条是由相同或间隔相同的构件以运动副形式串接起来的组合件；是由刚性构件组成挠性系统的多用途机械基础件。

链条包括四大系列：1）传动链；2）输送链；3）拉曳链；4）特种专业链。

在同类产品中，按组成链条的基本结构，即根据元件形状、同链条啮合的零件和部位，零件间尺寸比例等方面划分所属链条产品系列。链条的种类很多，但它们的基本结构只有以下几种，其他都是这几种的变形。大部分链条都是由链板、链销、轴套等部件组成。其他类型的链条只是将链板根据需求做了不同的改动。

机械工业中的皮带是指用于传递机械动力的胶带，包括平型传动胶带和三角传动胶带（V 型胶带）。它是由橡胶和增强材料（如棉帆布、人造丝、合成纤维或钢丝等）构

成。以多层挂胶帆布、合成纤维织物、帘线和钢丝等作抗拉层，覆合橡胶后经成型、硫化而制成。

皮带传动与齿轮传动、链条传动相比，具有机构简单、噪声小和设备成本低等优点，广泛用于各种机械的动力传动。链条与皮带如图 12-13 所示。

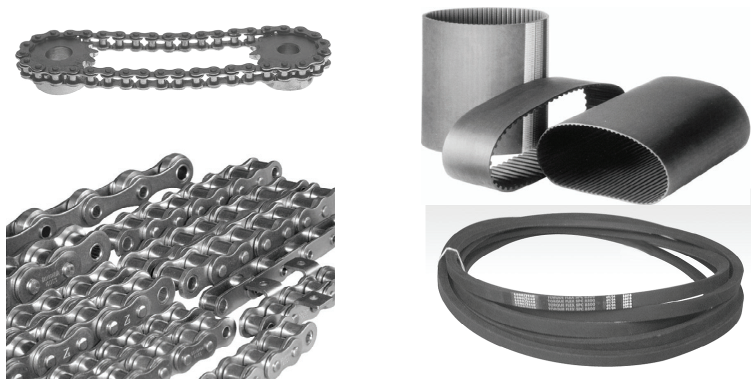


图 12-13　链条与皮带

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，系统会依据现有的几何图形对皮带或链条的长度进行计算。对话框显示了链条和皮带以及皮带轮和链轮的可用表示法。一个库功能可以用来帮助保存和重新调用相应的零部件。

链条传动和皮带传动一样，都是柔性传动，但是当空间、动力传递或者轴距离不适合皮带传动时，可以使用链条传动。

皮带传动相对其尺寸和重量来说，可以传递很大的能量；它可以安静而无滑脱地运行，并且仅需要相对较小的轴载荷或支撑。皮带没有多边形效应，因此其中心线长度就是皮带的长度。

皮带和链条的计算都遵循相同的程序。在这个过程中用到的链条或者皮带长度计算例行程序，是需要用户在工程图中至少插入两个圆来代表链轮或者皮带轮的节圆直径。此外，也可以使用“链轮/皮带轮”命令来插入链轮或者皮带轮。链轮和皮带轮都显示为圆。该圆建立了链条或者皮带所需的相切条件。建议在单独的图层或者另外的工程图中执行长度计算。要插入链条或皮带，或者链轮或皮带轮，必须先创建并计算基准。

链条是沿着多段线绘制的。这条多段线由长度计算功能产生。皮带轮表示为圆，这个圆对应于皮带轮的节圆半径。根据从库中选择的块来计算皮带轮的齿形轮廓。皮带轮根据同步皮带的形状来定位自己。节圆对应于皮带轮在节线处的长度。根据齿数定义链轮。

 12.3.1　长度计算

“长度计算”命令用于计算在追踪链条或皮带的路径时所需的链条或皮带长度。可以通过定义连接皮带轮/链轮的切线来指定链条或皮带的路径，从标准工具集库中选择链条或皮带。

要执行“长度计算”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 链条 | 皮带 | 长度计算”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“长度计算”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amchainlengthcal”命令。
☑ 面 板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“长度计算”按钮。

执行“长度计算”命令（amchainlengthcal）后，将弹出“链条及皮带长度计算”对话框，用户可从库中选择链条或皮带，并确定工程图中的设置，如图 12-14 所示。



图 12-14 “链条及皮带长度计算”对话框

选项讲解

链条及皮带长度计算对话框的选项

知识要点

☑ 链轮/皮带轮间的新相切定义：定义一个新的相切定义。此选项在工程图中不存在相切定义时被激活。
☑ 皮带/图库：从库中选择一根皮带。
☑ 链条/图库：从库中选择一根链条。
☑ 手动移动：允许分度圆的手动移动（类似于移动命令“M”）。
☑ 长度计算：计算皮带或链条多段线的长度。
☑ 自动优化：优化皮带或链条的几何特征。选项允许用户在不同的方向上移动分度圆。
☑ 移动：指示沿着一条直线的移动。
☑ 旋转：确定旋转所绕的中心点。确定一个旋转运动。
☑ 重定义：用于重新确定相关参数。

1．手动移动

手动移动就是指在长度计算时，通过手动方式去移动链轮或带轮，然后长度自动适应所移动后的链轮或带轮，如图 12-15 所示。

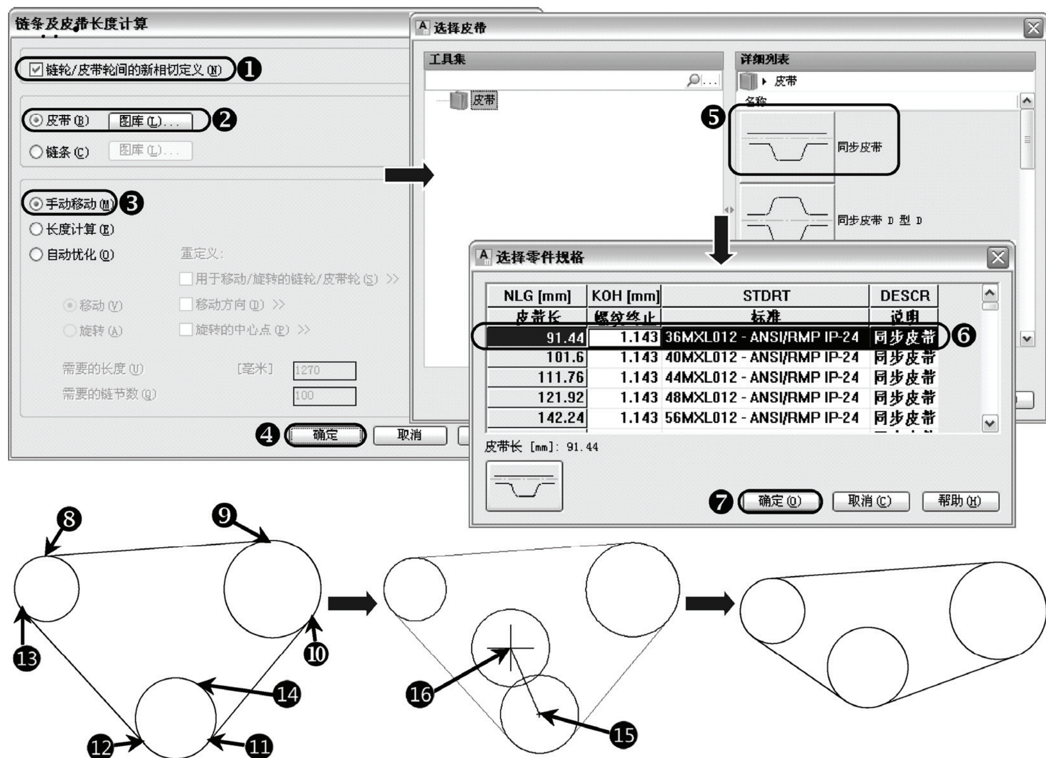


图 12-15　长度计算应用

2．长度计算选项

如果图中没有已经绘制好的用以表示链条或皮带的多段线，则勾选上“链轮/皮带轮间的新相切定义”，如果计算的是皮带的长度，则勾选“皮带”选项，并从“图库”中选择相关的皮带（不必选长度），如果计算的是链条的长度，则勾选“链条”选项，并从“图库”中选择相关的链条，勾选“长度计算”，单击“确定”按钮，按照图示顺序分别选取三个圆的切点，选取完之后确定，再选取所形成的多段线，命令行将提示当前多段线的长度，如图 12-16 所示。

3．自动优化选项

为避免重复叙述，假设已经绘制好了多段线，且已经选好了相关的链条。取消“链轮/皮带轮间的新相切定义”选项，依次勾选“自动优化”、“用于移动/旋转的链轮/皮带轮（S）>>”“移动方向（D）>>”选项，在“需要的长度”栏输入“190”，系统根据链条库自动计算出“需要的长度：190.5；需要的链节数：30”，单击“确定”按钮，选择要移动的圆，输入移动方向的度数（也可以通过鼠标指定两点的方向来确定移动的方向），系统自动移动，随后移动完成，如图 12-17 所示。

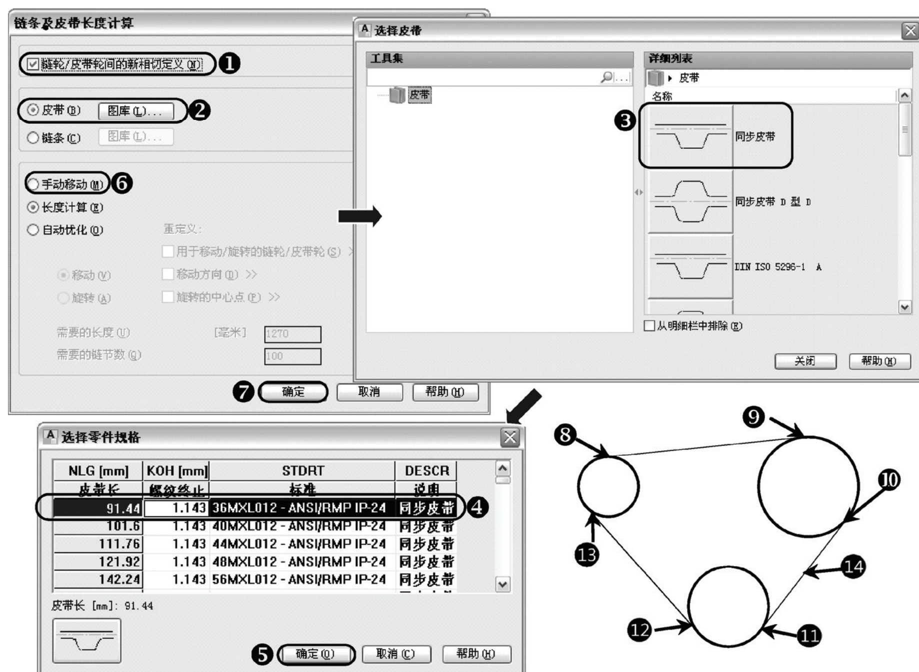


图 12-16 长度计算应用

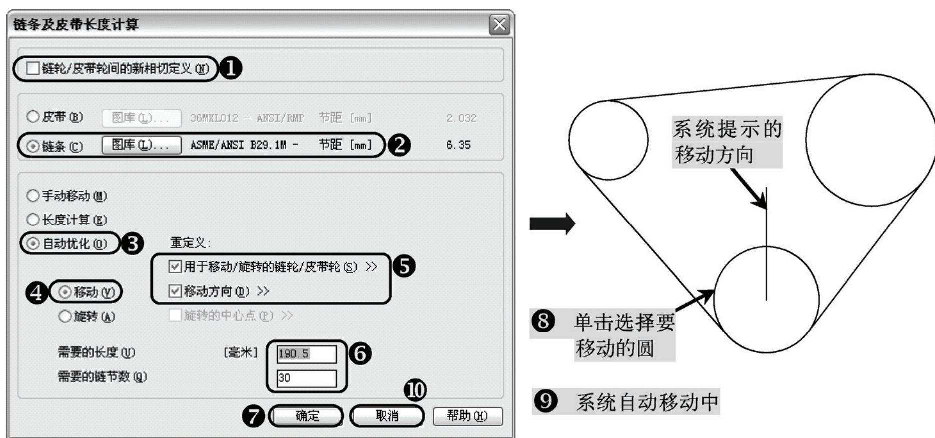


图 12-17 自动优化应用

只有在链条的自动优化中才可以输入“需要的长度”和“需要的链节数”。在皮带的自动优化中，皮带长度和链节数则由“皮带/图库”中选择的皮带长度决定。



12.3.2 绘制链轮/皮带轮

链轮是与链条相啮合的带齿的轮形机械零件，带轮是与皮带相组合的机械零件，它们被广泛应用于化工、纺织机械、食品加工、仪表仪器、石油等行业的机械传动中，如图 12-18 所示。



图 12-18　链轮和带轮

“绘制链轮/皮带轮”命令用于插入标准工具集库中链轮或皮带轮的前视图。

要执行“绘制链轮/皮带轮”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 链条 | 皮带 | 绘制链轮 | 皮带轮”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“绘制链轮/皮带轮”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amsprocket”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中单击，“绘制链轮/皮带轮”按钮。

执行“绘制链轮/皮带轮”命令（amsprocket）后，将弹出“选择皮带轮和链轮”对话框，如图 12-19 所示。用户可以通过向导选择要插入的链轮或皮带轮的类型。指定齿数时，系统会自动计算直径。

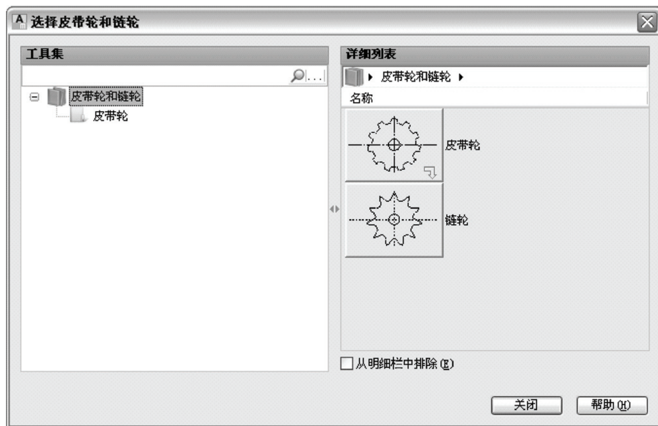


图 12-19　“选择皮带轮和链轮”对话框

1．绘制皮带轮

执行“绘制链轮 | 皮带轮”命令（amsprocket）后，弹出“选择皮带轮和链轮”对话框，选择“皮带轮”选项，再选择皮带轮的相关规格，系统临时隐藏对话框，在屏幕上指定皮带轮的插入点和旋转角，弹出“皮带轮-尺寸选择集”对话框，单击“下一步”按钮，弹出“皮带轮-几何图形”对话框，输入可见齿数和轴径，单击“完成”按钮，该皮带轮即绘制完成，如图 12-20 所示。

2．绘制链轮

执行“绘制链轮 | 皮带轮”命令（amsprocket）后，弹出“选择皮带轮和链轮”对话框，选择“链轮”选项，系统临时隐藏对话框，在屏幕上指定链轮的插入点和旋转角，弹出“选择链条”对话框，选择与链轮相配对的链条规格后，弹出“链轮-尺寸选择集”对话框，单

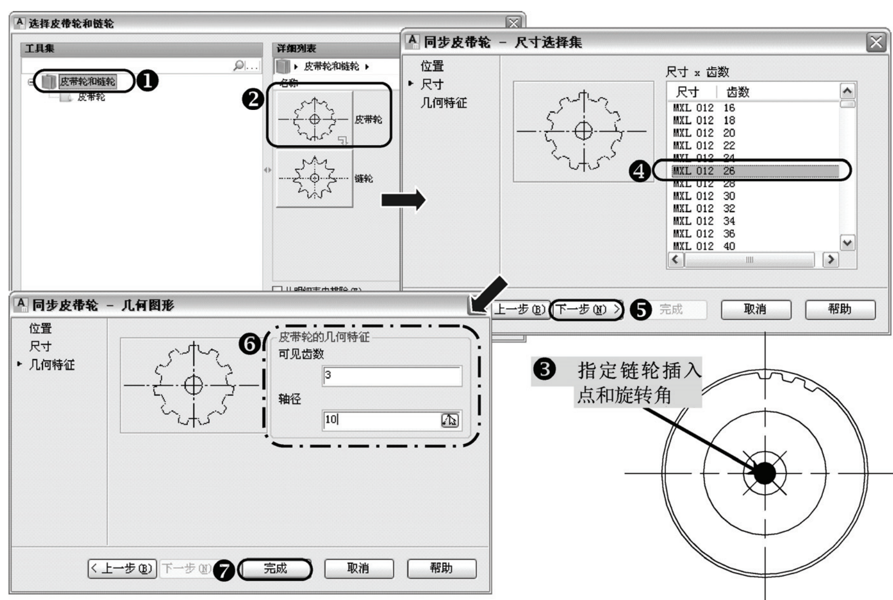


图 12-20 绘制皮带轮

击“下一步”按钮，弹出“链轮-几何图形”对话框，输入齿数、可见齿数和轴径（可见齿数不可大于齿数），单击“完成”按钮，该链轮即绘制完成，如图 12-21 所示。

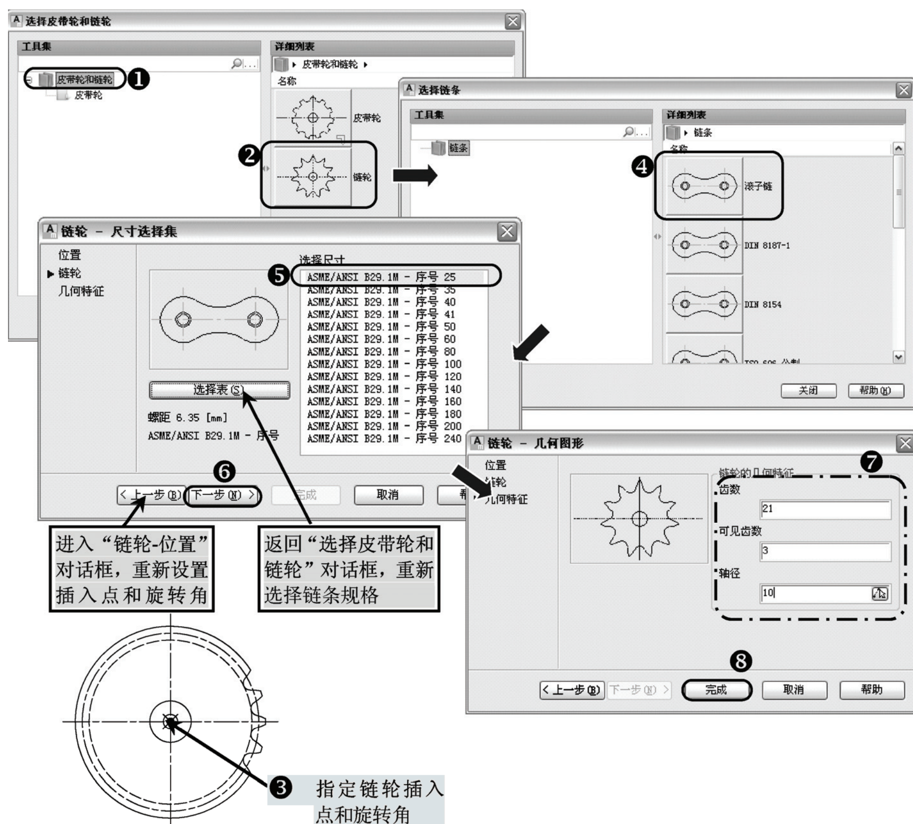


图 12-21 绘制链轮



12.3.3 绘制链条/皮带链节

“绘制链条/皮带链节”命令用于沿多段线绘制链条或皮带链节。链条是沿着多段线绘制的。因此，用户必须在多段线上选择一点。该点变成链条的起始点。在插入第一个链节后，系统将询问这个链节的位置是否正确。如果想以其他的方向插入链条，可以改变方向。如果链节的数目与多段线的长度相对应，则一个完整的链条被创建。

要执行“绘制链条/皮带链节”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 链条 | 皮带 | 绘制链条 | 皮带链节”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“绘制链条/皮带链节”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amchaindraw”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“绘制链条/皮带链节”按钮。

现在分别通过绘制链轮结构和皮带轮结构来综合讲解链条/皮带相关命令的运用。

一学即会　调节件的标注练习

视频：皮带轮结构的绘制.avi
案例：皮带轮结构.dwg

12 练习

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\12\皮带轮结构.dwg”文件。

2）执行“绘制链轮/皮带轮”命令（amsprocket），如图 12-22 所示绘制 3 个“同步皮带轮”。（在“皮带轮-尺寸选择集”对话框中的“可见齿数”栏中输入全部齿数，皮带轮型号要统一）。

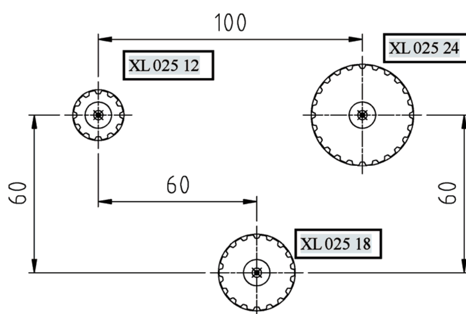


图 12-22　绘制皮带轮

3）执行“长度计算”命令（amchainlengthcal），弹出“链条及皮带长度计算”对话框，在“皮带/图库”中选择“同步皮带/XL 型号皮带（因为长度还未确定，暂时不指定皮带长度）”，勾选“长度计算”选项，计算 3 个皮带轮所形成的多段线长度（选择红色的细实线连接切点），得出长度“长度:348.2192”。

4）重复执行“长度计算”命令（amchainlengthcal），弹出“链条及皮带长度计算”对话框，在“皮带/图库”中选择“同步皮带/330.2 130XL 025 型号皮带（因为刚才计算的长度为 348.2192，所以选择与计算长度相近长度的皮带，型号 XL 要与皮带轮 XL 对应）”，勾选“优化计算”选项及其子选项（在“长度：330.2”和“链节数:65”栏中的数值要记下），确定，单击选择“XL 025 18 型号皮带轮”，指定方向为 90°，系统自动移动该皮带轮，如图 12-23 所示。

5）执行“绘制链条/皮带链节”命令（amchaindraw），弹出“选择皮带与链条”对话框，在详细列表中选择“皮带”选项，系统自动隐藏对话框，选择长度计算时形成的多段线，指定皮带齿在多段线的起点（选择皮带轮齿凹处中点所对应的地方），弹出“皮带-尺寸选择集”对话框，在尺寸列表中，选择系统提示的皮带型号“130 XL 025”，单击“下一步”按钮，弹出“皮带-几何图形”对话框，在“要绘制的链节数”栏输入上一步中所记下的链节数“65”，单击

"完成"按钮，指定连接方向（皮带沿多段线的方向，可通过"反向"选项改变链接方向），指定链节方向（齿形朝内还是朝外，此处指定朝内，可通过"反向"选项改变链接方向），皮带绘制完成（此时皮带轮和皮带不对应，暂时不理会），如图 12-24 所示。

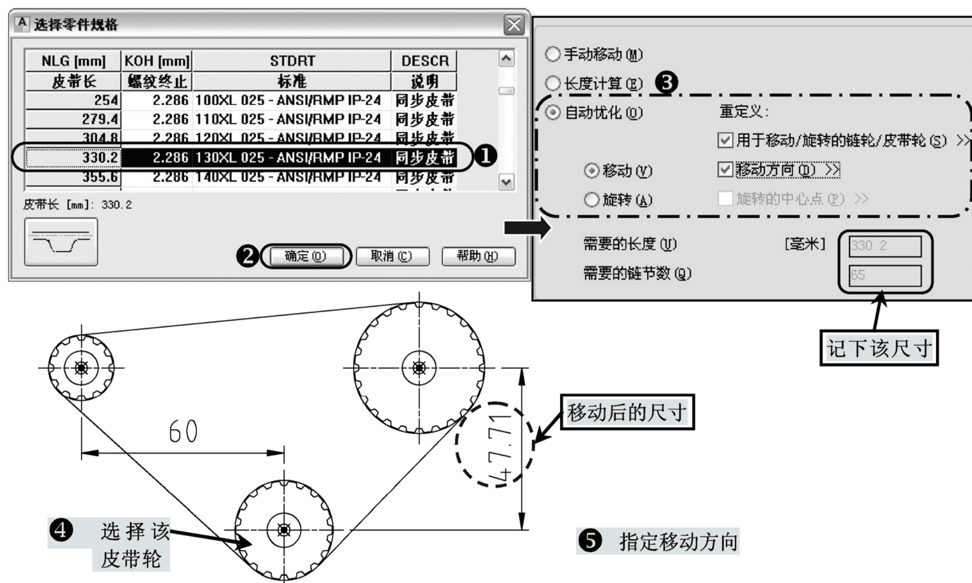


图 12-23 优化计算

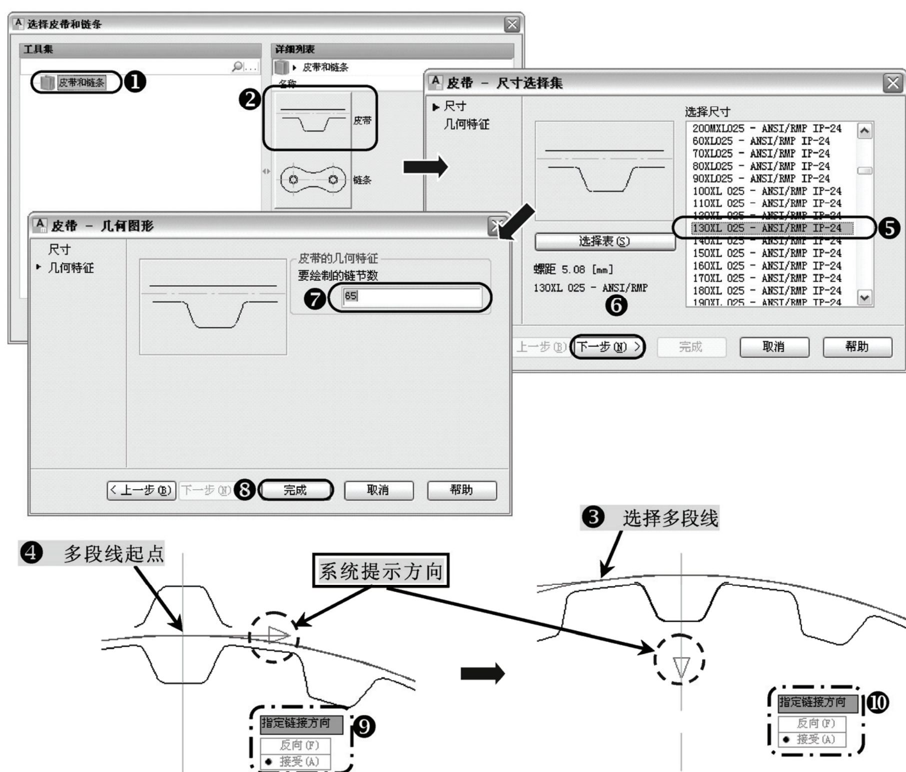


图 12-24 绘制皮带

6）在没有对应的皮带轮上绘制两条参照线（皮带轮上齿槽凹处中点到圆心的直线和皮带齿上凸出位置中点到圆心的直线，或者反过来），如图 12-25 所示。

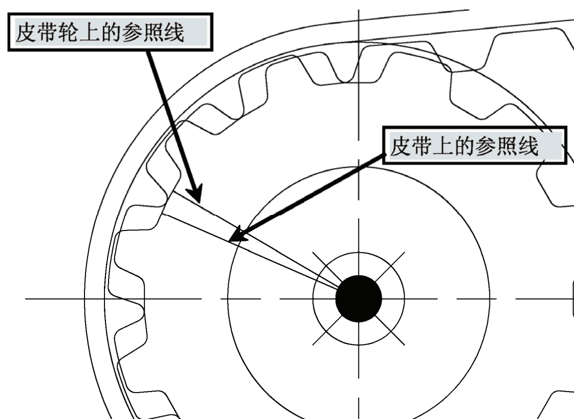


图 12-25　绘制参照线

7）执行“旋转”命令（RO），利用参照旋转方式，将皮带轮旋转到与皮带相对应。如图 12-26 所示（参照 3.1.6 节，RO→旋转点“A”→R→再次单击旋转点“A”→单击以选中图形并通过此旋转点的直线上任意一点“B”→P→单击另一图形上想与之平行的直线上任意一点“C”→单击另一图形上想与之平行的直线上任意一点“D”）。

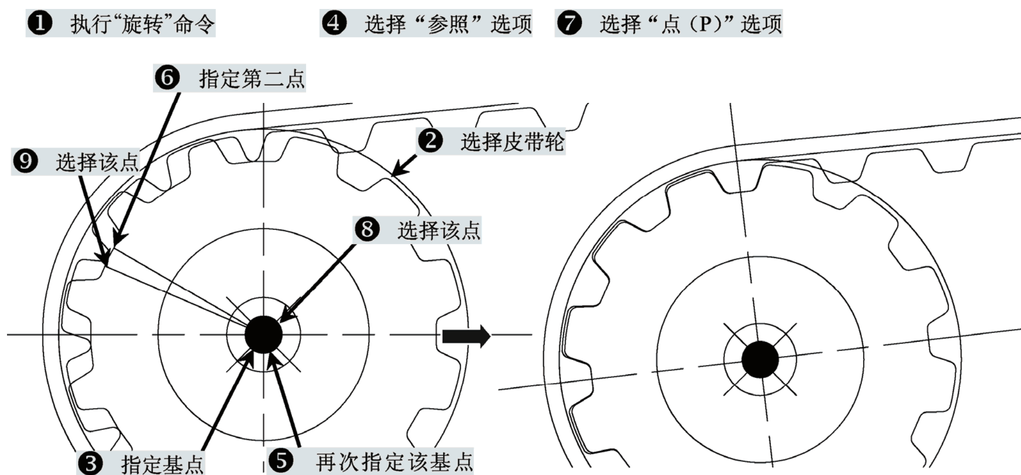


图 12-26　参照旋转

8）重复步骤，将另一个没有对应的皮带轮旋转至对应位置，最终效果如图 12-27 所示。

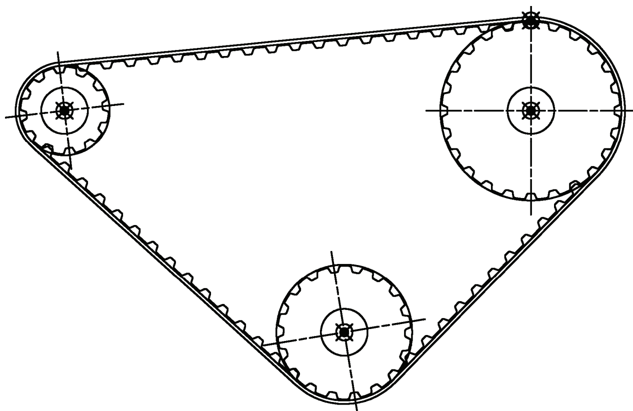


图 12-27　最终效果图

一学即会 链轮结构的绘制

视频：链轮结构的绘制.avi
案例：链轮结构.dwg

12 练习

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\12\链轮结构.dwg”文件。

2）执行“绘制链轮/皮带轮”命令（amsprocket），如图所示绘制 3 个“链轮”（滚子链，型号：ASME/ANSI B29.1M-25，可见齿数等于齿数，轴径：10），如图 12-28 所示。

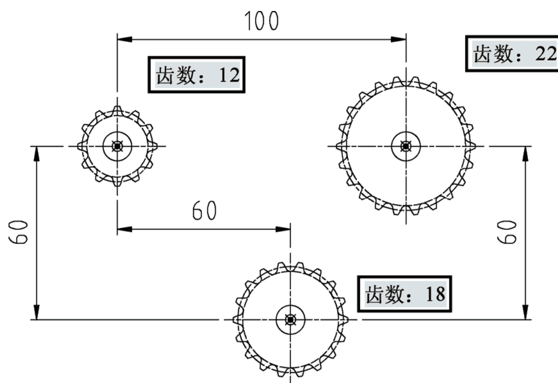


图 12-28　绘制链轮

3）执行“长度计算”命令（amchainlengthcal），弹出“链条及皮带长度计算”对话框，在“链条/图库”中选择“滚子链/ASME/ANSI B29.1M-25”，勾选“长度计算”选项，计算 3 个链轮所形成的多段线长度（选择蓝色的虚线的切点），得出长度“长度:366.5682”。

4）重复执行“长度计算”命令（amchainlengthcal），弹出“链条及皮带长度计算”对话框，勾选“优化计算”选项及其子选项，在“长度”栏中输入“366”，系统自动算出“长度：368.3，链节：58”，确定，选择齿数为 18 的链轮，指定移动方向“90°”，系统自动计算移动链轮，如图 12-29 所示。



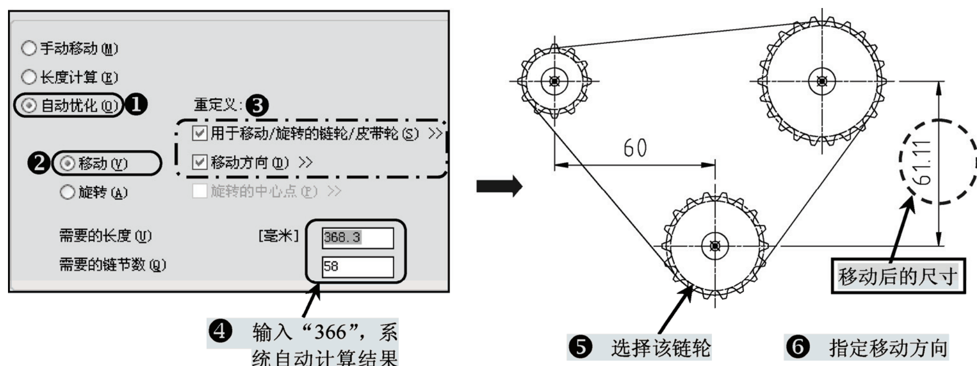


图 12-29 优化计算

5）执行“绘制链条 | 皮带链节”命令（amchaindraw），弹出“选择皮带和链条”对话框在详细列表中选择“链条”选项，系统自动隐藏对话框，选择长度计算时形成的多段线，指定链条在多段线的起点（选择链轮齿凹处中点所对应的地方），弹出“链条-尺寸选择集”对话框，在尺寸列表中，选择系统提示的链条型号“ASME/ANSI B29.1M-25”，单击“下一步”按钮，弹出“链条-几何图形”对话框，在“要绘制的链节数”栏输入上一步中系统所计算的链节数“58”，单击“完成”按钮，指定连接方向（链条沿多段线的方向，可通过“反向”选项改变链接方向），指定链节方向（齿形朝内还是朝外，可通过“反向”选项改变链接方向），链条绘制完成（此时链轮和链条不对应，暂时不理会），如图 12-30 所示。

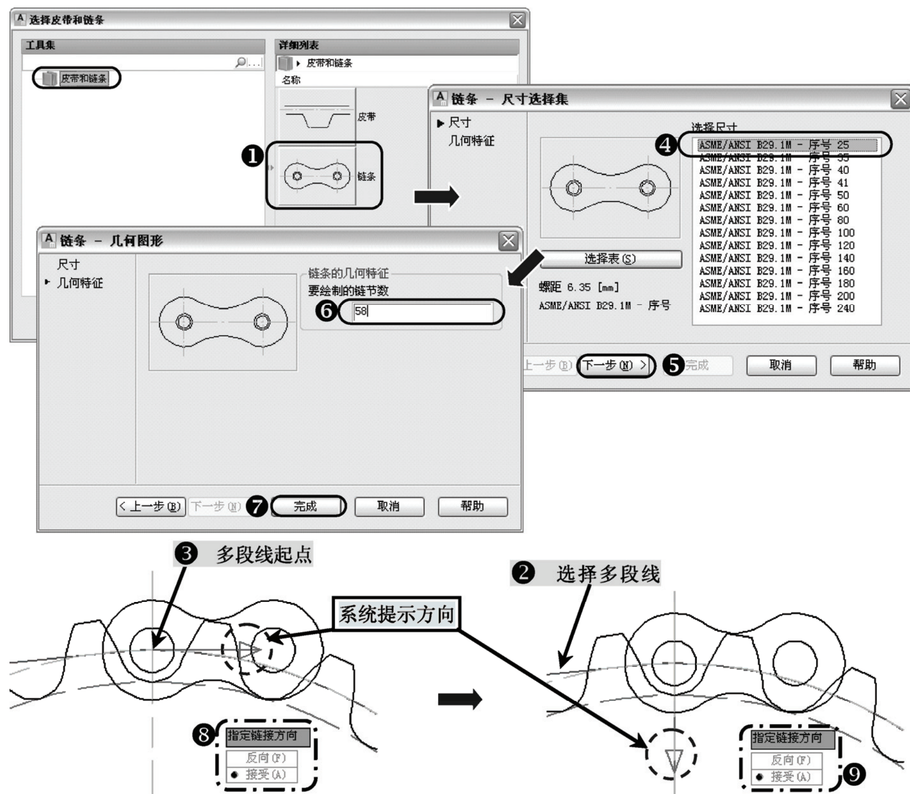


图 12-30 绘制链条

6）利用“旋转”（参照方式）命令，参照上一例中的“皮带轮结构的绘制”，将没有对齐的两个链轮进行与链条对齐，最终效果如图 12-31 所示。

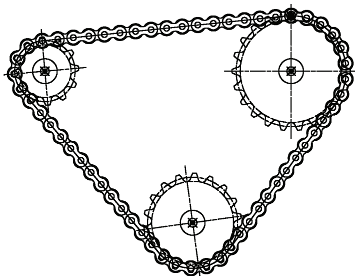


图 12-31 最终效果图

7）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

12.4 凸轮的应用

12 掌握

凸轮是具有曲线或曲面轮廓且作为高副元素的构件，该轮廓按输出运动学特性和动力学特性的要求设计。

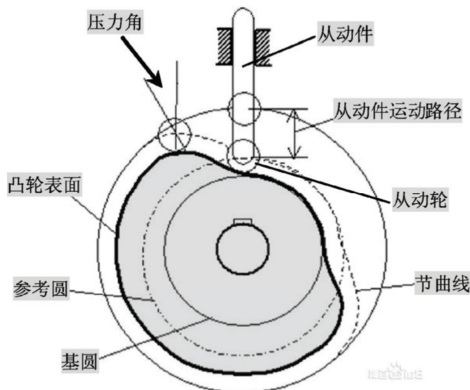


12.4.1 凸轮概述

凸轮机构是由凸轮，从动件和机架 3 个构件组成的高副机构。凸轮通常作连续等速转动，从动件根据使用要求设计，使它获得一定规律的运动。主要作用是按照工作要求完成各种复杂的运动，包括直线运动、摆动、等速运动和不等速运动。凸轮机构能实现复杂的运动要求，广泛用于各种自动化和半自动化机械装置中。

凸轮机构通常由两种动作件组成，即凸轮与从动件，两者均固定于座架上。凸轮装置的变化相当多，几乎所有任意动作均可由凸轮机构产生。使用凸轮传动装置，用户可以利用最小数目的传动装置，实现需要的任何实际运动。

凸轮是一个具有曲线轮廓或凹槽的构件（见图 12-32），其分类如图 12-33 所示。



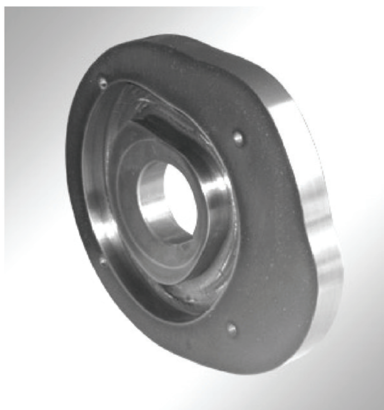


图 12-32 凸轮

凸轮机构最常用的运动形式为凸轮作等速回转运动，从动件作往复运动。在凸轮回转时，从动件完成“升程→停顿→降程→停顿”的运动循环过程，如图 12-34 所示。

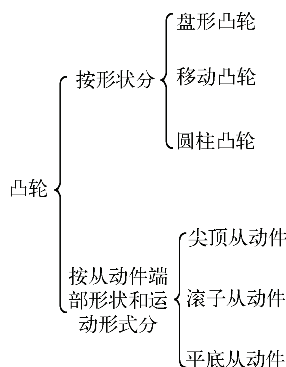


图 12-33　凸轮分类

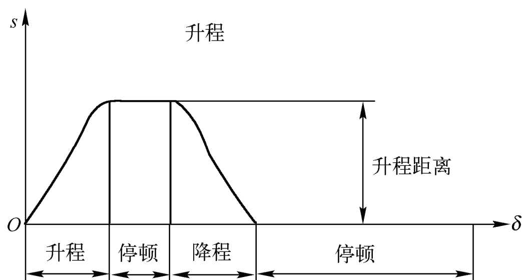


图 12-34　凸轮运动过程位移路线图

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，系统设计过程的基础是使用标准化的运动规律来开发新的凸轮传动装置。

AutoCAD Mechanical 基于运动图中绘制的截面来创建凸轮（平板凸轮或柱形凸轮）。AutoCAD 使用 5 阶多项式（可提供最广范围应用的运动规律）创建运动截面。只有掌握了邻近运动截面的边界条件后，才有可能计算运动截面，因此需要定义这些边界条件。也可以为运动图的现有截面计算速度和加速度。凸轮曲线路径可通过计算凸轮截面确定，也可以扫描现有的凸轮轮廓并将其转化为运动图。



12.4.2　凸轮命令的执行方法

要执行“凸轮”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 凸轮”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“凸轮”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amcam”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中单击“凸轮”按钮。

执行“凸轮”命令（amcam）后，将弹出“凸轮设计和计算”对话框。用户可以按照要求进行设计（具体操作步骤见后面的例子），如图 12-35 所示。



图 12-35　“凸轮设计和计算”对话框

选项讲解

“凸轮设计和计算”对话框选项

知识要点

☑ 凸轮：该按钮的作用是 1）设置凸轮类型为直线型、圆形或圆柱形；2）设置旋转方向和转速（r/min）；3）设置凸轮的起始角度；4）将未定义的凸轮直径定义为起始参照。

☑ 从动轮：使用“从动轮”按钮设置从动轮类型为转换或摇动，并设置滚子的尺寸。

☑ 截面轮廓：使用“截面轮廓”按钮设置截面轮廓类型为内侧、外侧或均为外侧，并定义偏移值和槽深。

☑ 位置：在命令行指定凸轮的中心、运动的起点、运动角度以及运动图表的位置和长度。在“UCS”中定义所有位置。用户可以在“凸轮设计和计算”对话框的命令行中更改指定的值。

☑ 运动：该按钮的作用是 1）定义凸轮旋转和从动轮位移的运动轴段；2）选择是否附加或插入；3）设置运动类型为正弦曲线、不规则四边形或多项式方程；4）设置上一个和下一个轴段的边界条件；5）模拟所有轴段的从动轮运动。

☑ 强度：该按钮的作用是 1）定义影响凸轮－从动轮机构的载荷；2）定义从动轮的类型及其尺寸；3）定义弹簧数据，包括预载和质量；4）定义材料特性。

☑ 结果：该按钮的作用是 1）通过调整其中心位置对凸轮进行优化，使其尺寸最小，曲率半径最小；2）使用不同的调整片验证安全性和应力；3）使用外部或内部截面轮廓，生成凸轮的三维实体；4）模拟运动以获取不同运动轴段的值。

☑ 输出：该按钮的作用是 1）输出为“NC”文件或“DXF”文件（版本为 2000、2012、2013、2014）；2）输出凸轮或从动轮曲线，或全部输出；3）以“笛卡尔坐标”或“轴坐标”输出“NC”数据；4）设置凸轮的旋转中心和方向。

☑ 计算：使用“计算”按钮以获得结果。

一学即会 凸轮的应用练习

视频：凸轮的应用.avi
案例：凸轮.dwg

12 练习

本例综合运用了几种常见命令的使用方法。下面通过绘制零件来训练读者掌握相关的绘制方法和技巧。在操作之前，假设提供以下条件。

采用盘形凸轮，逆时针旋转，转速 30r/min，5 阶多项式运动规律，凸轮体直径 100，从动轮起始处直径 80，从动轮采用平动、内侧模式，水平向右往复运动；从动轮数量 1 个，直径 10，宽度 10；从动件杆直径 20，长度 200，凸轮面距离固定件距离 50，从动件杆与固定件接触长度 50，摩擦系数 0.11，外部力 100N；弹簧重量 0.25kg，预载力 10N；升程距离 20，0°～60°（0-15），60°～100°（15-20），100°～270°（20-20），270°～300°（20-15），300°～360°（15-0）。

操作步骤如下。

1）正常启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\12\凸轮.dwg”文件。

2）执行“凸轮”命令（amcam）后，将弹出“凸轮设计和计算”对话框。单击“凸轮”选项，选择“盘形”，“逆时针”，输入转速“n=30”，勾选“拉拔”选项，输入“体直径”“Db=100”。如图 12-36 所示。



图 12-36　凸轮选项

3）单击“从动轮”选项，选择“平动”，输入滚子（从动轮）数量“一个”，输入尺寸“d=10，b=10”，如图 12-37 所示。

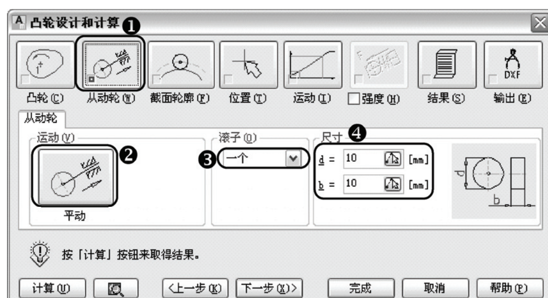


图 12-37　从动轮选项

4）单击“截面轮廓”选项，选择“内侧”，如图 12-38 所示。



图 12-38　截面轮廓选项

5）单击“位置”选项，系统自动隐藏对话框，在屏幕上指定凸轮中心位置，指定运动的起点 40（因为已知从动轮起始处直径 80），指定移动的正方向角度 0（因为已知水平向右移动），指定运动图表插入位置，指定运动图表的长度 100，返回“凸轮设计和计算”对话框，如图 12-39 所示（在“运动方向起点”选项中，“R”处数值代表运动起点半径值；“B”处数值代表运动起点位置，如果要放在凸轮正上方，输入数值 90；“G”处数值代表从动杆移动的正方向。）。

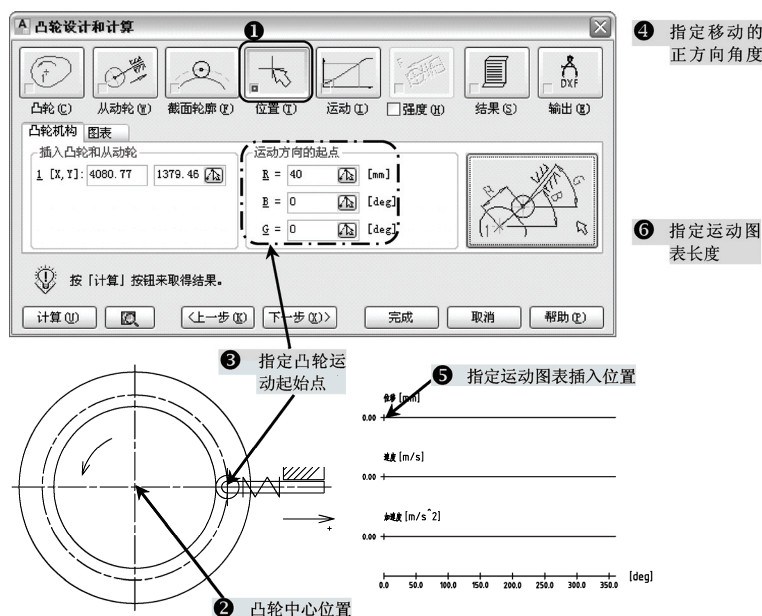


图 12-39 截面轮廓选项

6）单击“运动”选项，单击“新建”按钮，弹出“选择添加新线段的方式”对话框，选择“追加草图”选项，弹出“运动-新建模式”对话框，根据已知条件在“位置”选项中输入“60”，在“升程”选项中输入“15”，选择类型为“5 阶多项式”，单击“上下文”工具按钮，弹出“运动的起始/末端位置的上下文”对话框，选择“停顿-停顿”选项，返回“运动-新建模式”对话框，单击“应用”按钮，如图 12-40 所示。

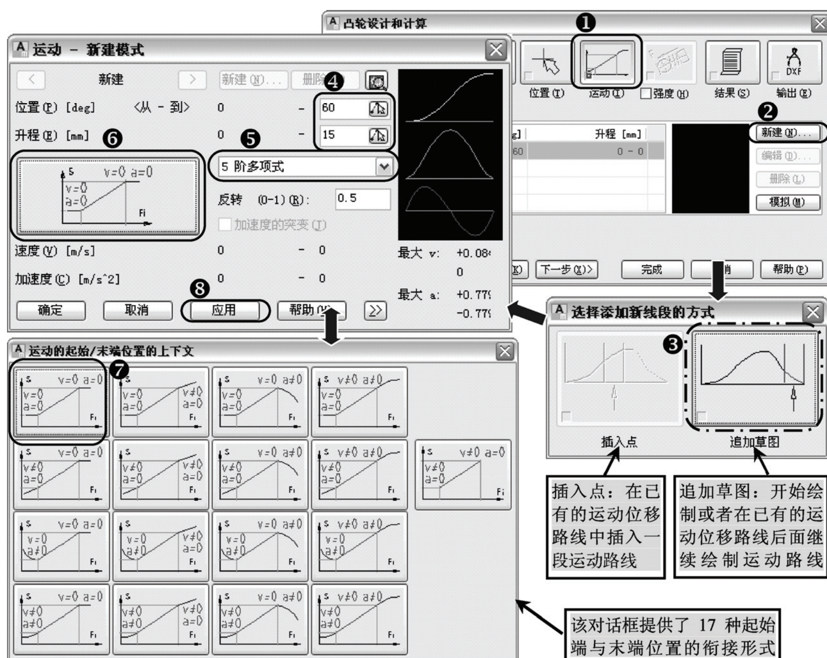


图 12-40 运动选项“升程 1”

7）根据已知条件，继续绘制凸轮运动过程的位移路线图。单击“新建”按钮，按照上一步的操作设置相关数据。设置完成后单击“确定”按钮，返回“凸轮设计和计算”对话框。如图 12-41 所示。凸轮运动示意如图 12-42 所示（单击“模拟”按钮，可以通过在“运动图表”中拖动鼠标来观看凸轮的运动）。

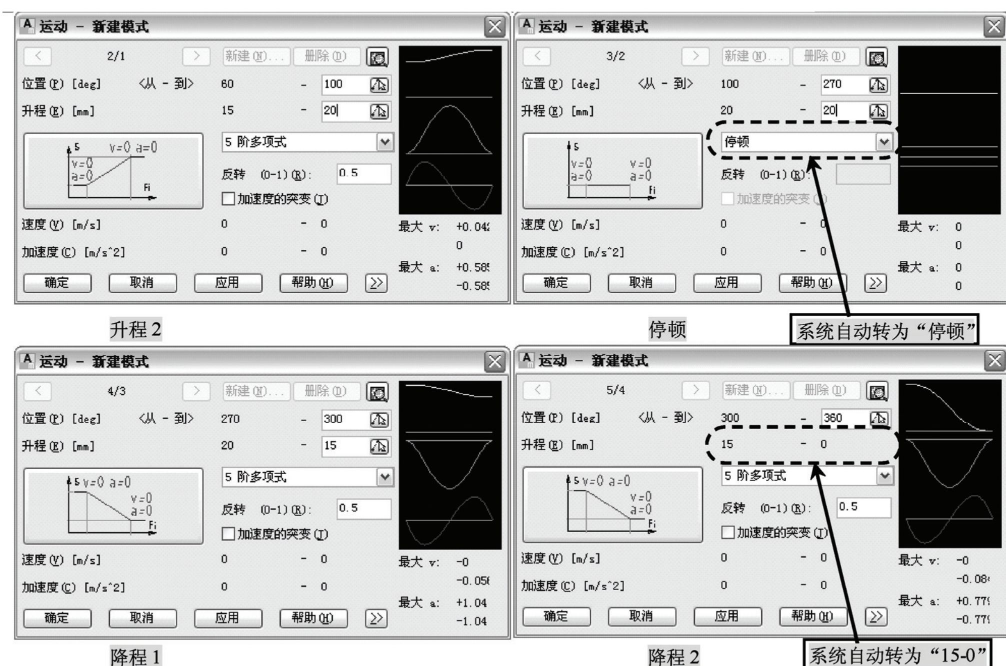


图 12-41　运动选项操作

	运动	位置 [deg]	升程 [mm]
1.	5 阶...	0 - 60	0 - 15
2.	5 阶...	60 - 100	15 - 20
3.	停顿	100 - 270	20 - 20
4.	5 阶...	270 - 300	20 - 15
5.	5 阶...	300 - 360	15 - 0

图 12-42　凸轮运动示意

8）勾选“强度”选项，单击“强度”选项，单击“载荷”选项卡，根据已知条件，输入“Fe=100”，单击“弹簧”选项卡，输入“F0=10”“ms=0.25”（因为摩擦的相关参数尚未确定，需留在后面设置），单击“杆”选项卡，输入“d=20”“L=200”“l1=50”，单击“摩擦”选项卡，勾选“由于导向套筒中有阻塞，所以带摩擦计算（I）:”，输入“lg=50”“miF=0.11”，单击“计算”按钮，计算该凸轮机构的相关参数（最大压力角、最小曲率半径和安全压力等，如果凸轮的数据设置不当，系统会给予提示），如图 12-43 所示。

9）单击“结果”选项，在“几何图形”选项卡中单击“凸轮中心”工具按钮，将临时隐藏对话框，在屏幕上将显示如图 12-44 所示的两个三角形（用户可以选择三角形区域内的任意点作为凸轮中心，但是，选择 A 点将产生符合给定要求的最小凸轮，并且有最佳的压力角和曲率半径），选择“A”点作为凸轮中心点。（如果用户需要改变运动的起点，可以单击

“运动的起点”工具按钮，在生成的凸轮节曲线上重新选择起点）。

图 12-43　强度选项

❹ 选择 A 点（三角形顶点）

图 12-44　结果选项

10）因为凸轮的工作曲面是由工艺要求形成的，普通机械加工是很难加工出来，所以一般用 CNC 加工，CNC 加工需要相关的数据。单击“输出”选项，输入相关数据后，单击“生成文件”按钮，选择好相关路径后，保存文件，如图 12-45 所示。

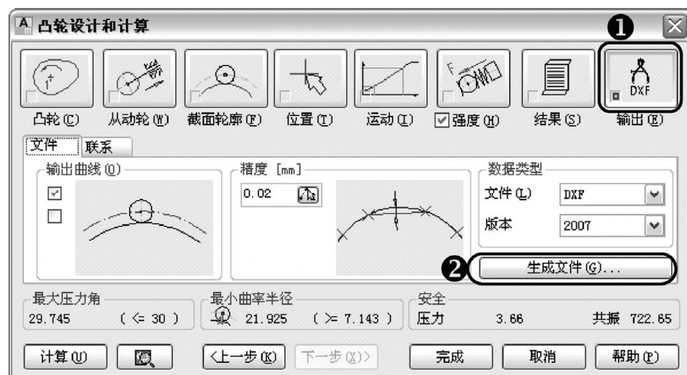
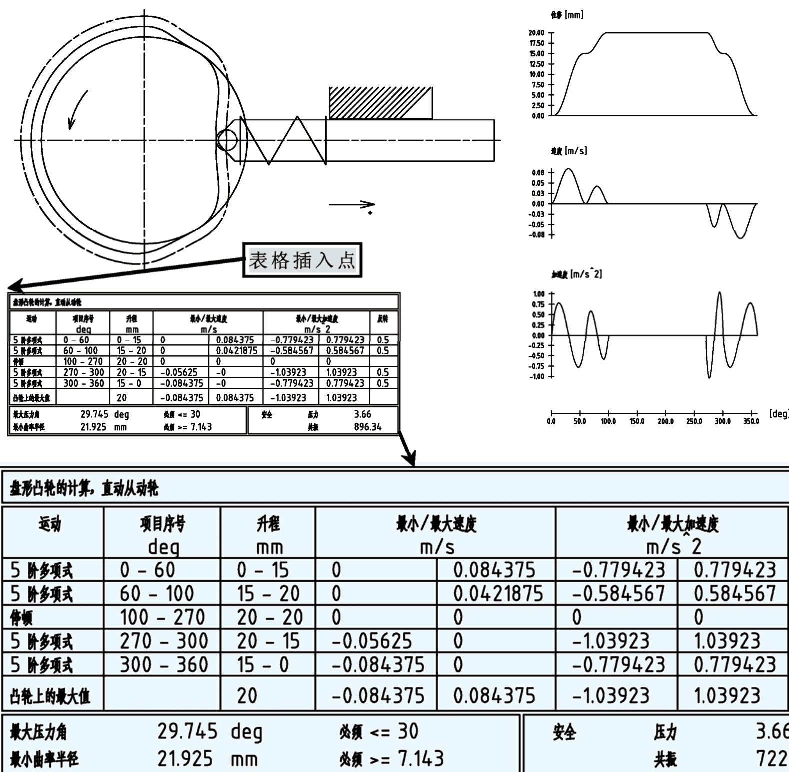


图 12-45　输出选项

11）单击“完成”按钮，将出现凸轮相关数据的表格，指定表格的插入点，如图 12-46 所示。



盘形凸轮的计算，直动从动轮

运动	项目序号 deg	升程 mm	最小/最大速度 m/s		最小/最大加速度 m/s^2		反转
5 阶多项式	0 - 60	0 - 15	0	0.084375	-0.779423	0.779423	0.5
5 阶多项式	60 - 100	15 - 20	0	0.0421875	-0.584567	0.584567	0.5
停顿	100 - 270	20 - 20	0	0	0	0	
5 阶多项式	270 - 300	20 - 15	-0.05625	0	-1.03923	1.03923	0.5
5 阶多项式	300 - 360	15 - 0	-0.084375	0	-0.779423	0.779423	0.5
凸轮上的最大值		20	-0.084375	0.084375	-1.03923	1.03923	

最大压力角	29.745 deg	必须 <= 30	安全	压力	3.66
最小曲率半径	21.925 mm	必须 >= 7.143		共振	722.65

图 12-46　输出选项

12）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

第 13 章

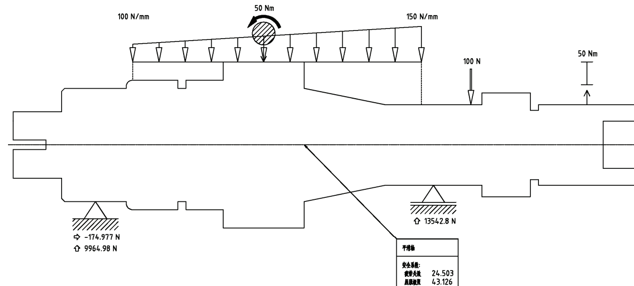
AutoCAD Mechanical 的计算与有限元分析

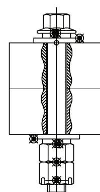
内容摘要

在机械设计中，当机构设计完成后，还应对所设计的机构进行相关计算，看是否满足相关条件（如力学性能等）。

学习本章应对以下命令进行系统了解。

- 惯性矩
- 预定义的轮廓截面
- 挠度线
- 轴计算
- 螺纹计算
- 轴承计算
- 有限元分析





13.1 惯性矩的应用

13 掌握

惯性矩是一个物理量，通常被用作描述一个物体抵抗扭动、扭转的能力。惯性矩的国际单位为(m^4)。面积元素 dA 与其至 z 轴和 y 轴距离平方的乘积 $y^2 \times dA$ 和 $z^2 \times dA$，分别称为该面积元素对于 z 轴和 y 轴的惯性矩，或截面二次轴矩，如图 13-1 所示。

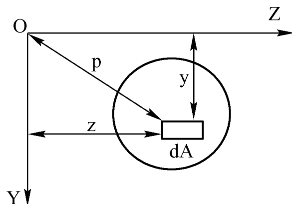


图 13-1　惯性矩

“惯性矩”命令用于计算闭合轮廓的惯性矩。可以在工程图中选择横截面并指定载荷力的方向，然后再开始计算，系统将计算质心的位置、主轴力矩的方向、沿着两个轴的惯性矩、有效惯性矩以及偏转角。

要执行“惯性矩”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 计算 | 惯性矩”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“惯性矩”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“aminertia”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“惯性矩”按钮。

执行“惯性矩”命令（aminertia）后，系统将提示选择一个横截面，选择的横截面必须是一个封闭的轮廓。系统将填充这个区域，并且将询问这个填充区域是否就是用户需要分析的区域，确定后，系统将为惯性矩绘制主轴 1 和 2，并进行惯性矩计算，然后指定载荷受力的方向（载荷的方向影响有效惯性矩的结果。要确保指定的载荷必须作用在同一个平面内），系统显示一个惯性矩块，指定惯性矩块插入位置，命令操作完毕，如图 13-2 所示。在命令行中将显示如下提示信息。

```
命令: _aminertia                                        // 执行“惯性矩”命令
选择轮廓:
指定内部的点:                                            // 指定轮廓内部点
指定内部的点:
区域填充正确吗？ [是(Y)/否(N)] <是(Y)>: Y                 // 提示填充区域是否正确
质心坐标(用户坐标系中):
X 坐标:5194.774090      Y 坐标:1726.569423              // 系统计算出质心坐标
沿主轴的惯性矩:
I1:2.714e+006    I2:5.368e+005                          // 系统计算出惯性矩
对于主惯性矩(I1)的轴角:    62.0                          // 系统计算出轴角
指定载荷方向 (必须在同一平面上) <0.000000>: -45           // 输入载荷方向
该载荷方向有效惯性矩:2.528e+006                          // 系统计算出有效惯性矩
偏转角:274.9                                            // 系统计算出偏转角
```

最大距离中线 – 边框:
压缩边: 34.38　　延伸边: 39.29　　// 系统计算出压缩边和延伸边
输入描述: 异形件　　// 输入要插入惯性矩块的描述名称
指定插入点:　　// 指定惯性矩块的插入点

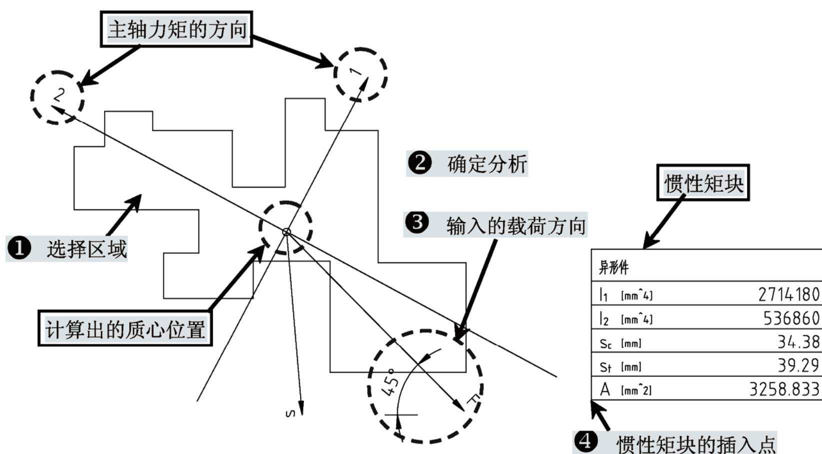


图 13-2　惯性矩

如果选择的对象是旋转对称的，将显示下列提示。

注意：主轴的方向无法明确确定。
一定要绘制主轴吗？（是/否）？<否>:

选项讲解　惯性矩块中各项含义　知识要点

- ☑ 块标题：惯性矩块的名称。
- ☑ l_1：沿着第一个主轴的惯性矩。
- ☑ l_2：沿着第二个主轴的惯性矩。
- ☑ S_c：最外层纹理到中心轴的压缩距离。
- ☑ S_t：外层纹理到中心轴的拉伸距离。
- ☑ A：横截面的面积。

13.2 预定义的轮廓截面

13 掌握

“预定义的轮廓截面”命令用以计算圆柱体、中空圆柱体、直角棱柱或中空直角棱柱的横截面惯性矩。从预定义列表中选择形状，再选择标注，该命令将计算沿着两个轴的惯性矩。

要执行“预定义的轮廓截面”命令，用户可以通过以下几种方法。

- ☑ 菜单栏：选择“工具集 | 计算 | 预定义的轮廓截面”命令。
- ☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“预定义的轮廓截面”按钮。
- ☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“aminertiaprof”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中单击“预定义的轮廓截面”按钮。

执行“预定义的轮廓截面”命令（aminertiaprof）后，系统将显示“预先定义的轮廓截面[mm]”对话框，可以为计算惯性矩显示4个预定义横截面，如图13-3所示。

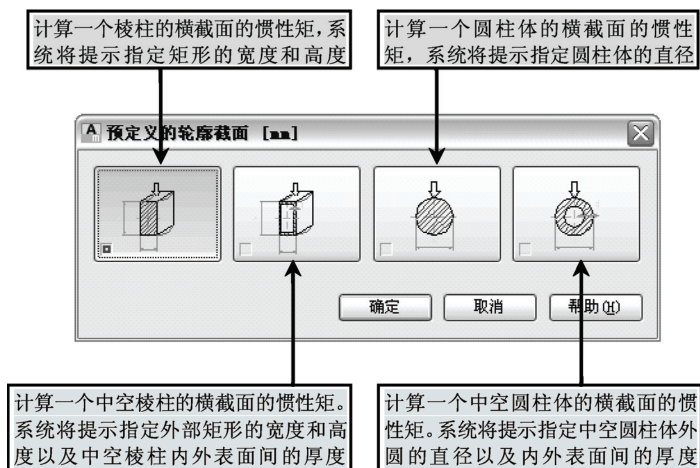


图13-3 “预先定义的轮廓截面[mm]”对话框

选项讲解

各工具按钮的执行方法

知识要点

☑ 棱柱的横截面：输入长度“X”→输入高度“Y”→指定惯性矩块插入点。
☑ 中空棱柱的横截面：输入长度“X”→输入高度“Y”→输入厚度（壁厚）→指定惯性矩块插入点。
☑ 圆柱体的横截面：输入外径→指定惯性矩块插入点。
☑ 中空圆柱体的横截面：输入外径→输入厚度（壁厚）→指定惯性矩块插入点。

技巧提示

“惯性矩”和“预定义的轮廓截面”的区别

学习笔记



- “惯性矩”命令在工程图中选择横截面，并在启动惯性矩计算之前指定载荷的方向。
- “预定义的轮廓截面”命令是用户仅为选定的横截面指定尺寸值以得到惯性矩。

“惯性矩”命令可以用于复杂的对象，它提供的是准确结果；而“预定义的轮廓截面”命令仅能用于之前提到的几种类型的横截面，它提供的值与使用“惯性矩”命令得到的值存在差别，最大可达0.1%。不过这些差别并不影响最终的计算。

13.3 挠度线的应用

13 掌握

挠度线和转动惯量功能是计算功能的一部分。用户可以计算一个对象的转动惯量，并使

用计算结果计算这个对象处于不同受力状况下的挠度线或者力矩线（弯矩）。

可以提前定义计算挠度线或者力矩线所需的数据；也可以设置材料类型，定义对象的支撑条件并指定作用在对象上的力。

合成的挠度线和力矩线以图形方式显示在工程图中，同时显示包含计算信息的表格。

挠度线或者力矩线的计算是对一个作用有不同力元对象的梁进行的。

在计算对象的挠度线之前，必须先计算该对象的转动惯量。然后可以使用这些结果来计算挠度线或力矩线（弯矩）。

“挠度线”命令用于计算并绘制承受不同力的横梁的挠度线或力矩线。

计算对象的挠度线之前，必须先使用“惯性矩”命令计算该对象的惯性矩。

要执行“挠度线”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 计算 | 挠度线”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“挠度线”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amdefline”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“挠度线”按钮。

在“挠度线”命令操作中会出现“梁计算”对话框，如图 13-4 所示。

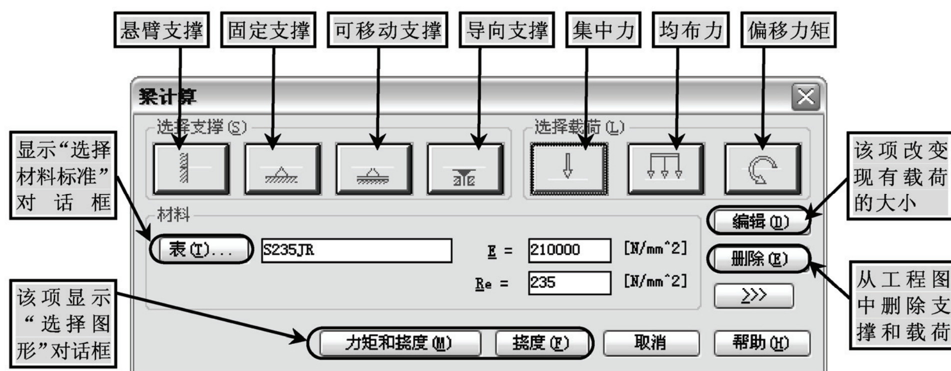


图 13-4 “梁计算”对话框

一学即会　挠度线的应用练习

视频：挠度线的应用.avi
案例：挠度线.dwg

13 练习

现在用一个例子对一个已经计算了惯性矩的零件进行挠度线计算。操作步骤如下：

1）启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\13\挠度线素材.dwg”文件；再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\13\挠度线.dwg”文件。

2）执行“挠度线”命令（amdefline）后，单击选择已经绘制好的“惯性矩块”，提示指定起点，再提示指定端点，系统将绘制一条直线（该直线作为侧视图的表示符号，长度为零件的长度），弹出“梁计算”对话框，如图 13-5 所示。

3）在“梁计算”对话框中，单击选择“表”按钮，弹出“选择材料标准”对话框，选择相关材料，返回“梁计算”对话框。



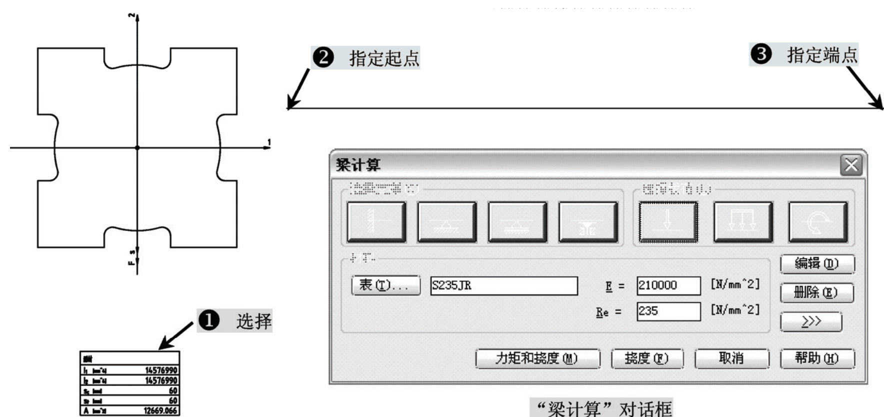


图 13-5　挠度线命令

4）单击选择“选择支撑”选项中的“固定支撑”工具按钮，在绘制的直线上指定插入点，返回对话框，再单击选择“选择支撑”选项中的“可移动定支撑”工具按钮，在绘制的直线上指定插入点，返回“梁计算”对话框，如图 13-6 所示。

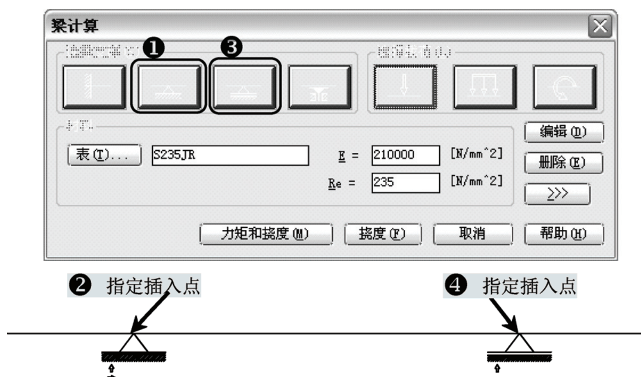


图 13-6　选择支撑

5）在“梁计算”对话框中，单击选择“选择载荷”选项中的“均布载荷”工具按钮，在绘制的直线上指定插入点，再指定端点，提示输入“线性载荷（N/mm）”，返回“梁计算”对话框，如图 13-7 所示。

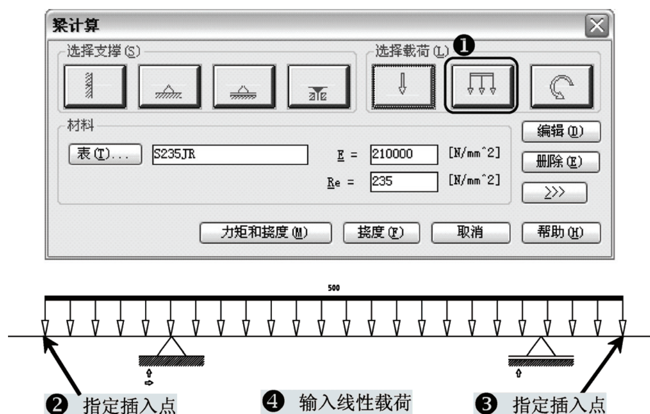


图 13-7　选择载荷

6）在“梁计算”对话框中，单击选择“力矩和挠度”按钮，弹出“选择图表”对话框，在该对话框中设置好相关参数后，单击“确定”按钮，提示输入“弯矩曲线的比例”，提示输入“变形量比例”，显示梁计算值得表格，指定其插入点位置，挠度线绘制完成，如图 13-8 所示。

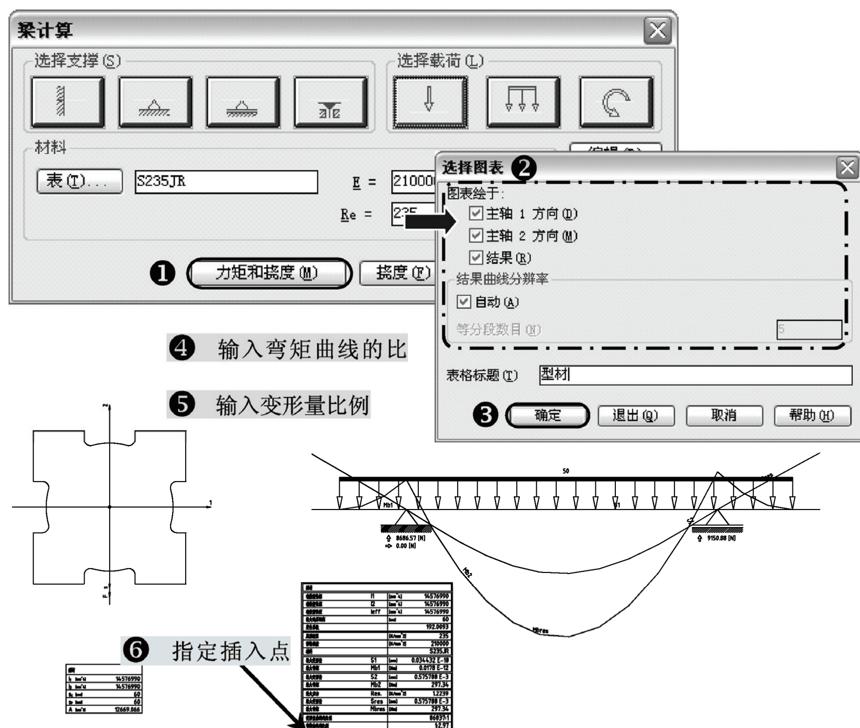


图 13-8 力矩和挠度设置

7）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

13.4 轴计算的应用

13 掌握

“轴计算”命令用于计算处于静态载荷下的轴和轮轴的挠度线、弯矩、转矩和安全系数。用户可以计算实心或空心轴、带槽或不带槽的轴，也可确定所选轴外围点的强度。

要执行“轴计算”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 计算 | 轴计算”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“轴计算”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amshaftcalc”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“轴计算”按钮。

执行“轴计算”命令（amshaftcalc）后，将弹出“轴计算”对话框，通过“轴计算”对话框可以分配载荷和支撑、指定旋转方向、选择轴的材料类型并计算所选轴部分，如图 13-9 所示。



图 13-9 “轴计算”对话框

一学即会 轴计算的应用练习

视频：轴计算的应用.avi
案例：轴计算.dwg

13 练习

开始轴计算的前提条件是已经绘制好了一根轴。现在用 11.4.8 节中绘制的轴来练习轴计算命令。其操作步骤如下：

1）启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\11\轴.dwg”文件；再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\13\轴计算.dwg”文件。

2）执行“轴计算”命令（amshaftcalc），选择轴轮廓，系统将绘制一个轴的外形轮廓，指定该轮廓的位置，弹出“轴计算”对话框，在“计算零件”选项中选择“旋转轴”，在“旋转方向”选项中选择“逆时针”，如图 13-10 所示。

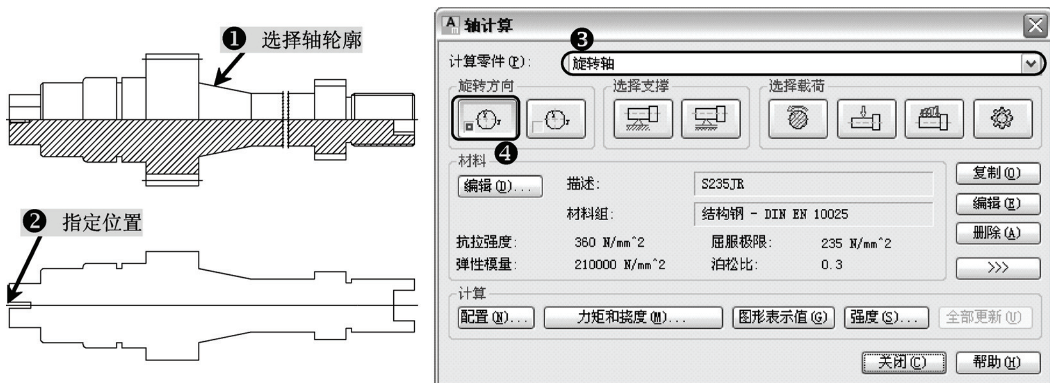


图 13-10 执行轴计算命令

3）选择“材料”选项下的“编辑”按钮，弹出“材料特性”对话框，在该对话框中设置好材料类型及材料的相关参数，单击“确定”按钮，返回“轴计算”对话框，如图 13-11 所示（单击“材料表”按钮，可以进入“材料”对话框选择相关材料）。

4）单击“选择支持”选项中的“固定支撑”工具按钮，临时隐藏对话框，提示选择固定支撑点位置，返回“轴计算”对话框，单击“选择支持”选项中的“可移动支撑”工具按钮，临时隐藏对话框，提示选择可移动支撑点位置，返回“轴计算”对话框，如图 13-12 所示。



图 13-11 材料选项

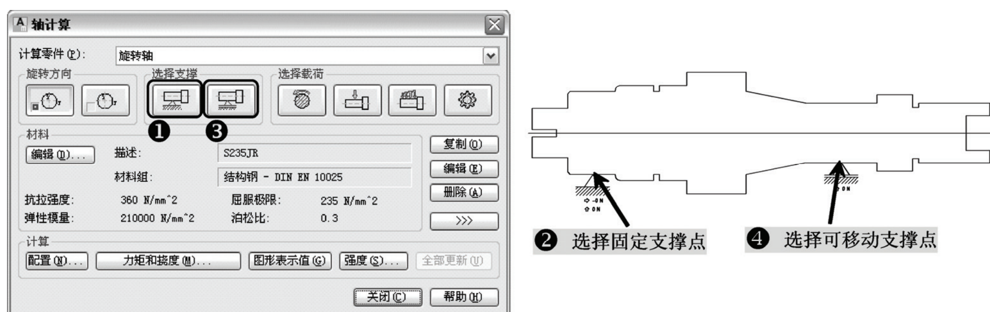


图 13-12 选择支撑点

5）单击“选择载荷”选项中的“扭矩”工具按钮，选择轴齿轮处中点，弹出“扭矩”对话框，在该对话框中设置好相关参数，单击“确定”按钮，返回“轴计算”对话框，如图 13-13 所示。

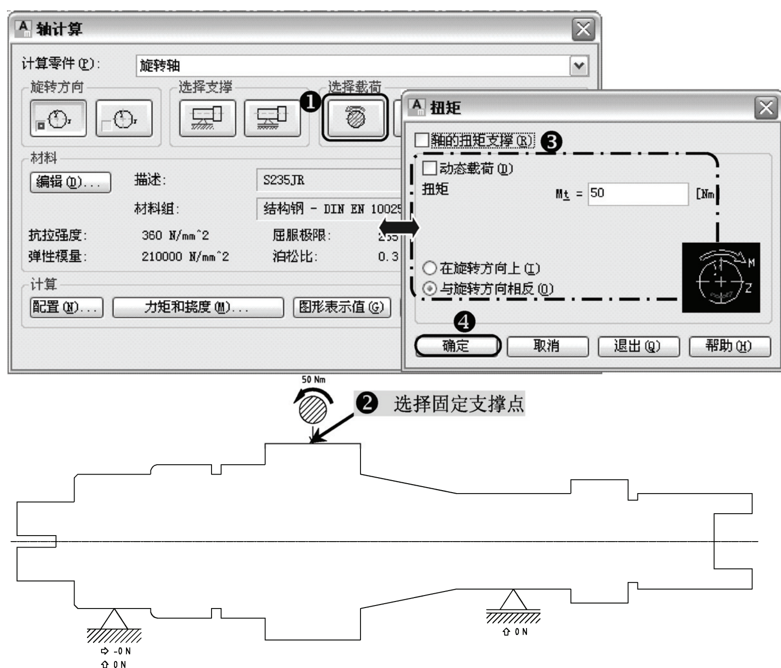


图 13-13 选择支撑点

6）单击“选择载荷”选项中的“点载荷”工具按钮，选择轴上点载荷的位置，输入点载荷旋转角“90”，弹出“点载荷”对话框，在“分量”选项卡中设置好相关参数，单击“确定”按钮，返回“轴计算”对话框，如图 13-14 所示。

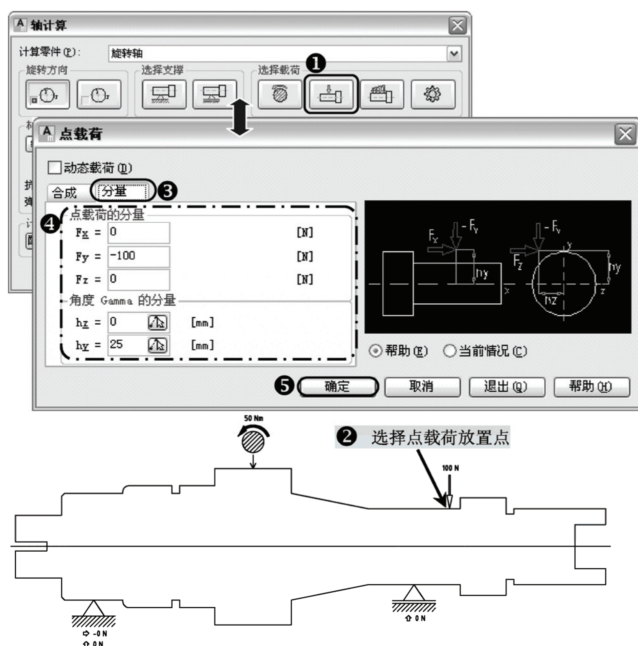


图 13-14　放置点载荷

7）单击“选择载荷”选项中的“线性载荷”工具按钮，指定插入点，指定终点，弹出“线性载荷”对话框，在“分量”选项卡中设置好相关参数，单击“确定”按钮，返回“轴计算”对话框，如图 13-15 所示。

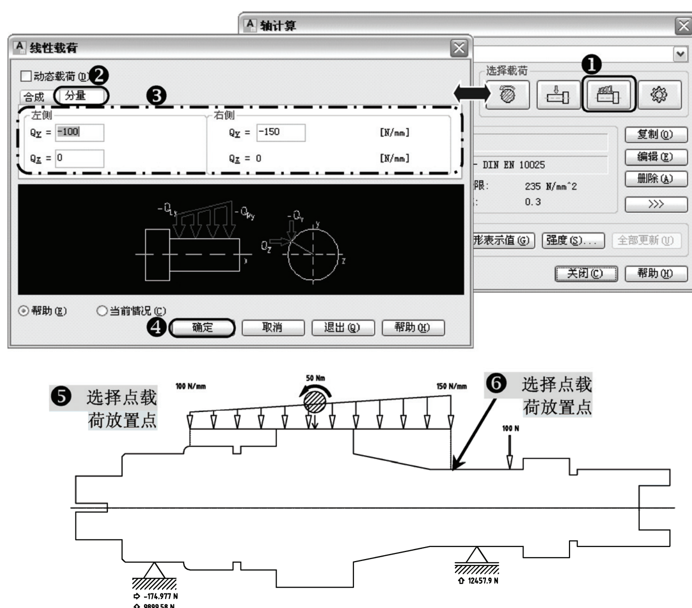


图 13-15　设置线性载荷

8）单击“选择载荷”选项中的“齿轮”工具按钮，指定齿轮插入点，弹出“齿轮”对话框，在对话框中设置好相关参数，单击“确定”按钮，返回“轴计算”对话框，如图 13-16 所示。

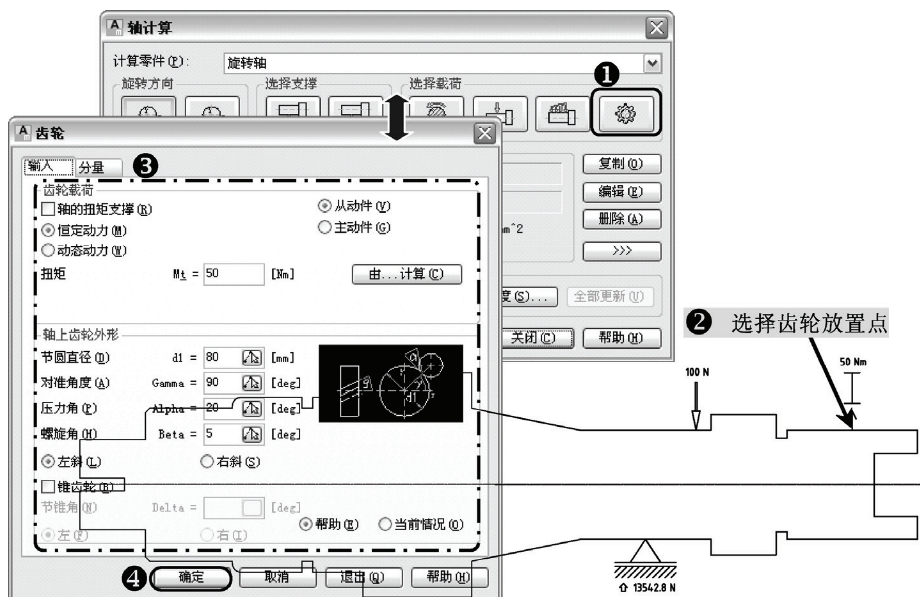


图 13-16 齿轮操作

9）单击“计算”选项中的“配置”按钮，弹出“配置”对话框，在对话框中设置好相关参数，单击“确定”按钮，返回“轴计算”对话框，如图 13-17 所示。

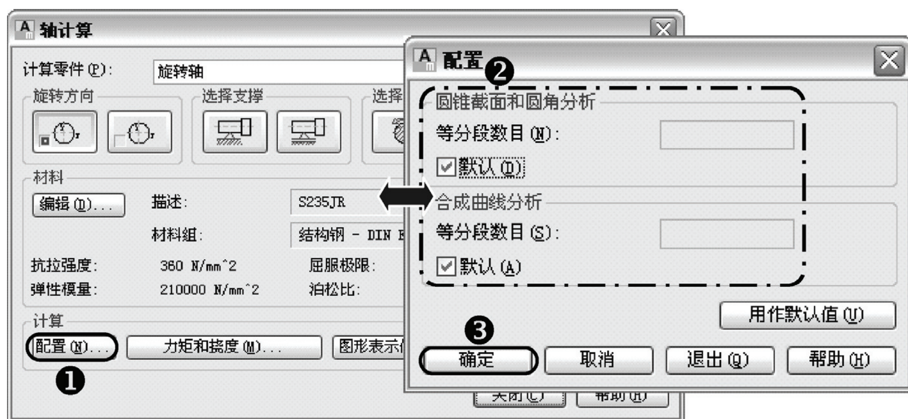


图 13-17 配置设置

10）单击“计算”选项中的“力矩和挠度”按钮，弹出“选择图形”对话框，在对话框中设置好相关参数，单击“确定”按钮，弹出一个计算结果的表格，指定该表格的插入点，返回“轴计算”对话框，如图 13-18 所示。

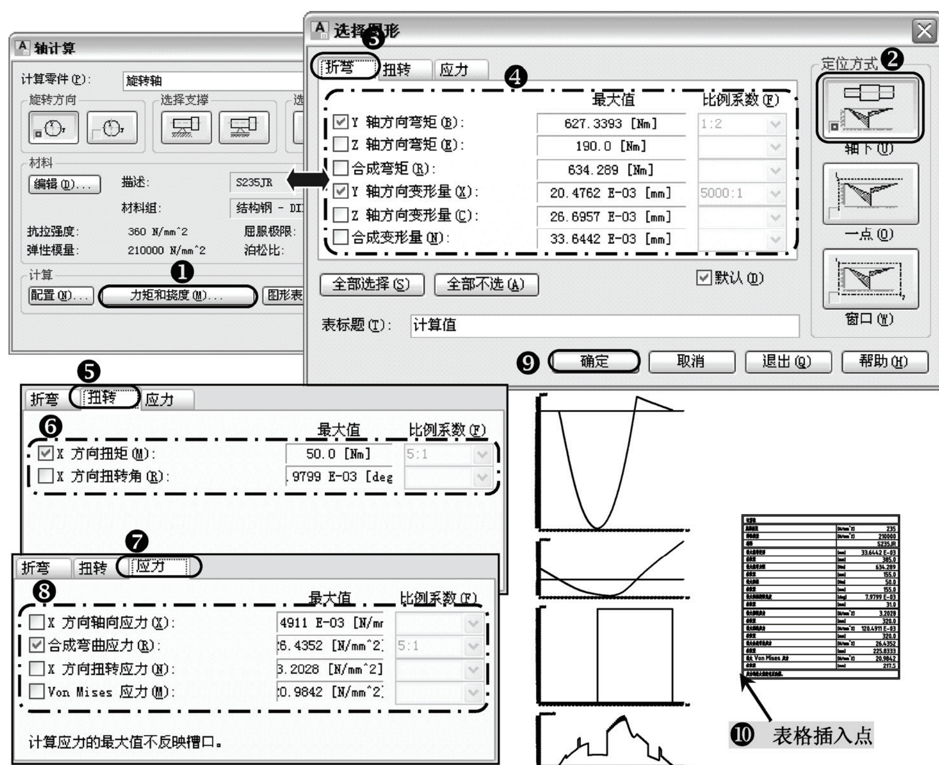


图 13-18　力矩和挠度设置

11）单击“计算”选项中的“图形表示值”按钮，系统自动隐藏对话框，单击选择上一步计算力矩和挠度所形成的图表，在该图表上出现一个垂直的指针，拖动指针，在曲线上停留，就可以显示在 X 轴上各点的精确 Y 值，单击〈Enter〉键，返回“轴计算”对话框，如图 13-19 所示。

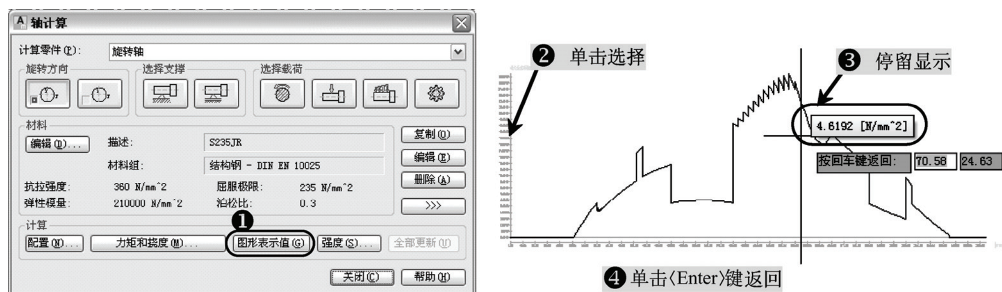


图 13-19　图形表示值

12）单击“计算”选项中的“强度”按钮，系统自动隐藏对话框，在轴上指定要计算强度的地方，弹出“DIN 槽口”对话框，选择相关类型，单击“确定”按钮，弹出“强度计算”对话框，在该对话框中进行相关设置，单击“确定”按钮，在屏幕上指定图表放置点，返回“轴计算”对话框，如图 13-20 所示。

13）至此，该图形已经绘制完成，再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

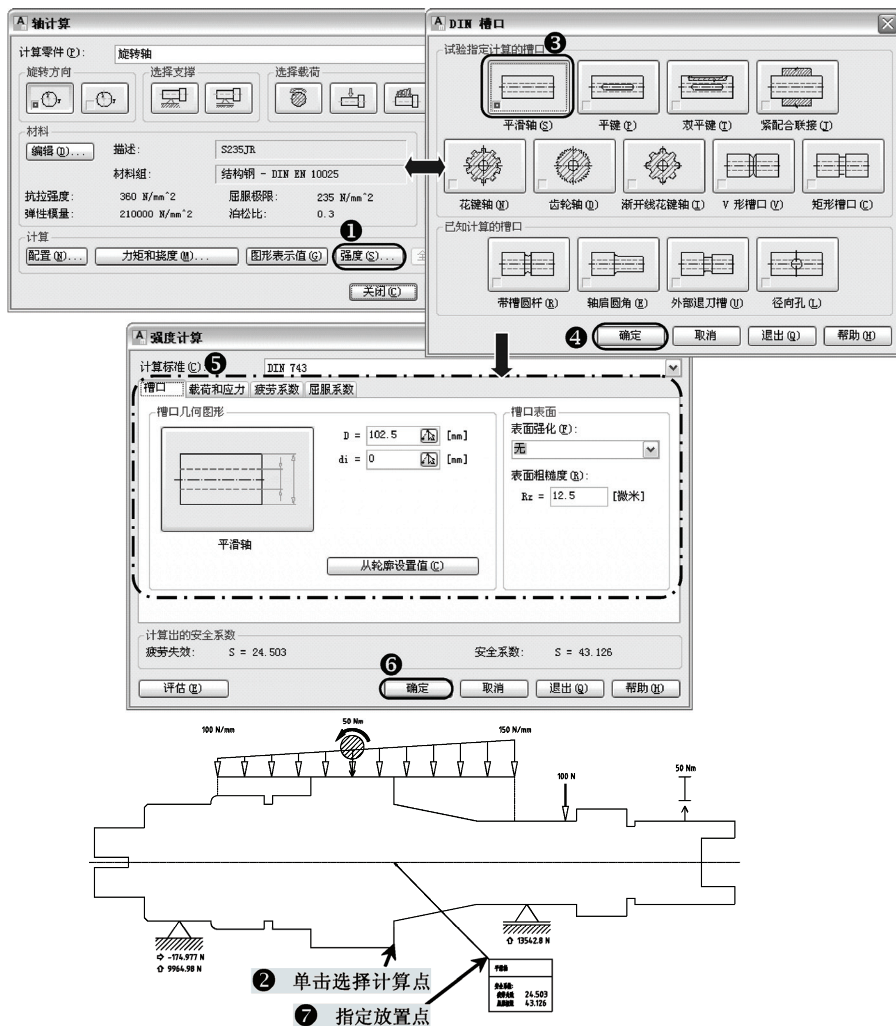


图 13-20　强度计算

注意事项

轴计算的注意事项

学习笔记

1）在开始计算之前，首先必须为轴定义足够的支撑。然后可以将力矩中点载荷、均布载荷或齿轮力加载到轴上。轴的材料可以通过 DIN 或 ANSI 标准进行选择或自定义。

2）当定义载荷时，可以在“轴计算”对话框中选择“动态载荷”选项，以指定载荷的最小和最大值并对这两个值进行同步计算。

3）执行强度计算时（基于 DIN 743 或 ANSI），将作以下假设。

- 当动态载荷加载到轴上时，该载荷的平均值假设为零。
- 所有旋转轴的计算方法是相同的。不考虑轴的扭矩。
- 稳定的和振动的弯矩都可以加载到固定轴，这里不考虑扭矩。出于安全考虑，轴计算功能使用振动弯矩的最大幅度和稳定弯矩的值来计算强度。

13.5 螺纹计算

13 掌握

螺纹计算的功能是计算螺纹联接部分的应力，同时也计算螺纹联接中使用的螺栓和平板的安全系数。计算结果显示在“螺纹计算”对话框中，并可以插入到工程图中。

螺纹计算可以进行工程图中现有二维和三维螺纹联接部分的计算或独立的计算，也可以在创建螺纹联接时使用螺纹计算功能。

螺纹计算功能支持以下螺纹联接的相关计算。

☑ 同心或偏心载荷。
☑ 螺母或无螺母。
☑ 双头螺栓联接。
☑ 不限数量的平板。
☑ 不限数量的轴上圆柱段。

对于多于两个平板的螺纹联接，仅可以对一个区域进行一次螺纹计算。在执行螺纹计算时，通常进行以下假设。

☑ 螺纹联接最多包含一个螺栓和一个螺母。
☑ 螺栓总是位于联接区域的质心。
☑ 螺母和螺栓为同一种材料。
☑ 螺栓头或螺母下面垫圈的数量不超过两个。
☑ 理想的刚性平板。
☑ 该命令用于计算螺纹联接零件的安全系数。

要执行“螺纹计算”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 计算 | 螺纹计算”命令。
☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“螺纹计算”按钮。
☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amscrewcalc”命令。
☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“螺纹计算”按钮。

执行“螺纹计算”命令（amscrewcalc）后，单击选择要计算的螺纹，将弹出“螺纹计算”对话框，用户可以在相关选项里设置好参数，逐步单击“下一步”按钮，根据提示继续设置，按照以下顺序定义螺纹联接的零件：“螺纹”“螺母”“垫圈”“平板”“接触区域”“载荷”“沉头”“紧固”。最后单击“完成”按钮，系统将显示一个螺纹计算的表格，指定表格的插入点，螺纹计算完成，如图 13-21 所示。

注意事项　螺纹计算中的注意事项

学习笔记



螺纹计算功能仅支持静态载荷。定义轴向载荷时，可以在“螺纹联接”对话框的“轴向载荷”选项卡中选择“动态”，以指定力的最小值和最大值并计算这两个值。

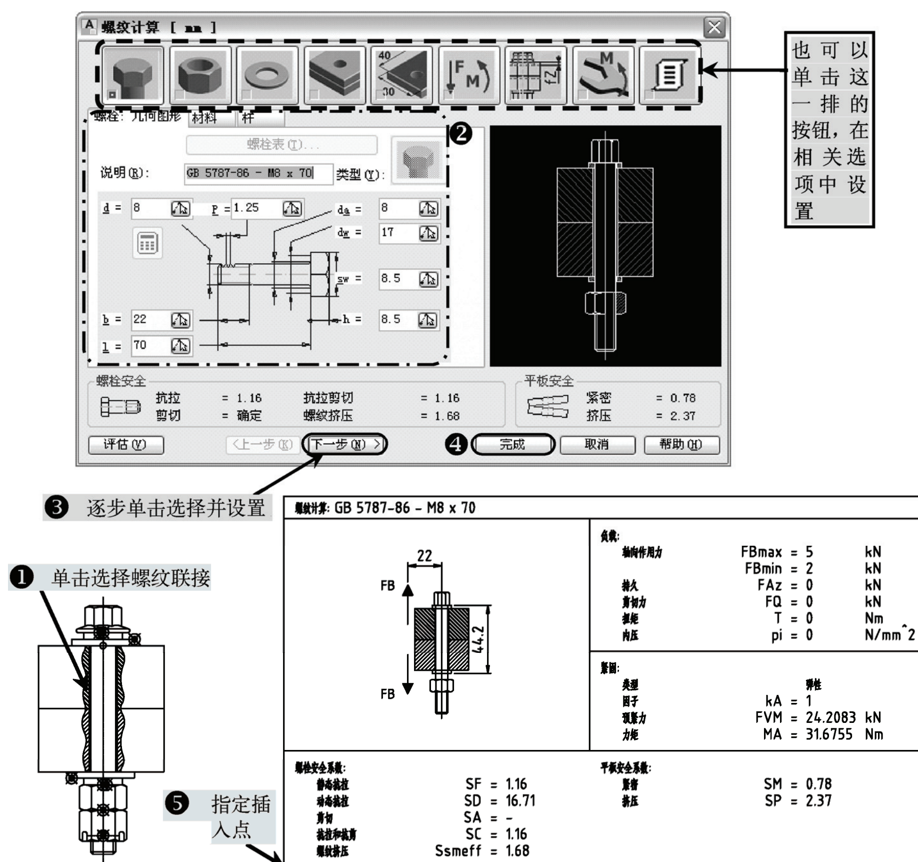


图 13-21　螺纹计算

13.6 轴承计算

13 掌握

轴承计算有两种类型，包括静态和动态。所需的类型取决于正在使用的载荷类型。

☑ 动态计算用于旋转的轴承。结果为“调整寿命等级”。使用普遍的材料并在常规操作条件下，此寿命值可靠性为 90%。利用转速的大小，就可以计算以工作小时确定的寿命。等级寿命的计算可以作为一个附加选择标准在插入一个轴承时启动，也可以在不插入轴承时启动，但在命令顺序方面存在一些差别。

☑ 静态计算用于计算静态或者摆动时的轴承承受载荷，或者计算以小转速 (n<20 r/min) 转动时的轴承承受载荷。其结果为“静态安全系数”。

利用轴承计算时可以进行以下限制。

☑ 几何：内部和外部直径以及轴承的宽度可以被限制。

☑ 寿命（对于动态计算）：以转速[r/min]或者工作小时[h]表示的寿命 L 最小和最大界限。

☑ 安全（对于静态计算）：静态安全系数 fs 的最小和最大界限。

在 AutoCAD Mechanical 软件中，提供了两种计算轴承的方式。

☑ 用于独立轴承计算的轴承类型：独立计算独立于紧固件。要实现这个功能，必须区分更多的轴承类型而不是简单的计算。

☑ 用于轴生成器轴承计算的轴承类型。

“轴承计算”命令用于确定轴承的极限值、动态和静态载荷率、动态和静态等效载荷以及疲劳寿命。

要执行“轴承计算”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 计算 | 轴承计算”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“轴承计算”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“ambearcalc”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中，单击“轴承计算”按钮。

执行“轴承计算”命令（ambearcalc）后，弹出“滚动轴承类型”对话框，选择相关参数后，单击“下一步”按钮，进入“滚动轴承载荷率”对话框，选择相关设置，单击“设置”按钮，进入“计算模式”对话框，进行相关设置，单击“确定”按钮，返回“滚动轴承载荷率”对话框，单击“下一步”按钮，继续设置相关参数，单击“下一步”按钮，进入“滚动轴承计算结果”对话框，进行相关设置，单击“下一步”按钮，显示计算结果，单击“剪贴板”按钮，复制计算结果，在屏幕上用〈Ctrl+V〉组合键将计算结果粘贴在屏幕上，如图 13-22 所示。

推力滚珠轴承 ，双排
无组合，静态载荷
DIN ISO 76/281 计算
径向载荷 Fr: = 0 N
轴向载荷 Fa: = 500 N
接触角 a: = 90 °
fo 因子: = 61.60 -
径向载荷系数 Xo: = 0.00 -
轴向载荷系数 Yo: = 1.00 -
静态载荷率 Co: = 86240.00 N
静态安全系数 fs: = 172.48 -

图 13-22　轴承计算

13.7 有限元分析

13 掌握

有限元分析是指用数学近似的方法对真实物理系统（几何和载荷工况）进行模拟。它利用简单而又相互作用的元素，即单元，就可以用有限数量的未知量去逼近无限未知量的真实系统。

有限元分析是用较简单的问题代替复杂问题后再求解。它将求解域看成是由许多称为有限元的小的互连子域组成，对每一单元假定一个合适的（较简单的）近似解，然后推导求解这个域总的满足条件（如结构的平衡条件），从而得到问题的解。这个解不是准确解，而是近似解，因为实际问题被较简单的问题所代替。由于大多数实际问题难以得到准确解，而有限元不仅计算精度高，而且能适应各种复杂形状，是一种行之有效的工程分析手段。

有限元分析是一个强有力的工具，可用于获取各种塑性和弹性区域稳定性的数值解。

有限元分析将区域分割成小的三角形，然后使用数值多项式插补来进行近似解的计算。有限元方法输出近似解。它是非常有用的，可以用来快速地确定给定厚度平板的平面内或施加了单个力和拉伸载荷横截面内的应力和变形分布（带固定支撑或者可移动支撑）。可以创建基本网格、等值线和等值区、主应力线和变形网格。所有结果都可以以带值表图像的方式插入到工程图中。

在使用有限元分析时，应注意以下几点：

☑ 有限元分析 (FEA) 工具是基本工具，不能用来进行完整的有限元分析。例如，FEA 工具不考虑材料的动态载荷或温度影响。有限元分析 (FEA) 工具用于为熟悉有限元分析 (FEA) 的工程师提供具有疲劳极限和减弱区域的一般信息。但是，要进行完整和最终分析，用户应该使用完整有限元分析 (FEA) 包。

☑ 有限元分析 (FEA) 工具不会生成多零件的组合“重心”，因为它只是用于单个零件的工具。

☑ FEA 工具为封闭的轮廓创建网格。这个例行程序使用一个三角形元类型和六个节点（线性张紧的三角形）。如果在靠近边界处（例如靠近多段线角点的受力或者支撑）存在短直线，那么例行程序将围绕中间点进行细分输出，最大可进行八次（边界 => 面积 => 体积）。

要执行“有限元分析”命令，可以通过以下几种方法。

☑ 菜单栏：选择“工具集 | 计算 | 有限元分析”命令。

☑ 工具栏：在“工具集”工具栏上单击“有限元分析”按钮。

☑ 命令行：在命令行中输入或动态输入“amfea2d”命令。

☑ 面　板：在“工具集”选项卡的“计算”面板中单击“有限元分析”按钮。

在执行“有限元分析”命令（amfea2d）过程中，会弹出“二维有限元分析-计算”对话框，如图 13-23 所示。



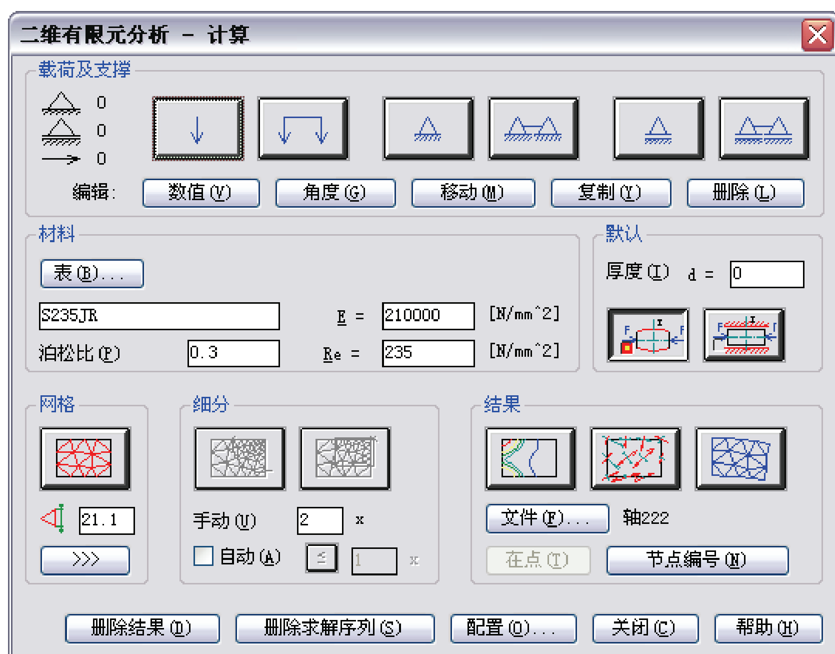


图 13-23 “二维有限元分析-计算”对话框

选项讲解

“二维有限元分析-计算”对话框的选项

知识要点

☑ 载荷及支撑：插入和编辑边界条件（支撑和载荷）。集中力（ ）；均布力（ ）；固定支撑（ ）；固定均布支撑（ ）；可移动支撑（ ）；可移动均布支撑（ ）。

☑ 数值：改变力或者力线的大小。

☑ 角度：改变指定力或支撑的方向。

☑ 移动：将边界条件移动到其他位置。

☑ 复制：将边界条件复制到其他位置。

☑ 删除：删除载荷或支撑。

☑ 表：打开一个“材料”对话框，其中包括属于每一种材料的弹性模量、拉伸极限、泊松比和脆性。

☑ 默认：确定横截面的厚度。如果允许 Z 方向的弹性变形，则单击位于左边的按钮（ ）。如果对象直接由固定限制所支撑，那么单击位于右边的按钮（ ）（这就意味着在 Z 方向不可能有形变，在 Z 方向上将产生应力，可以对这个应力进行计算）。

☑ 网格：为封闭的轮廓创建网格。这个例行程序使用一个三角形元类型和六个节点（线性张紧的三角形）。如果在靠近边界处（例如受力或者支撑靠近一个多段线的角点）存在非常短的直线，那么例行程序将围绕其中的点进行细分输出（最大到八倍）。

☑ 网格平均宽度（）：指定网格的基本密度。此值是以图形为单位测量三角形边的平均值。默认值依赖于轮廓区域，应保证第一次计算持续时间尽可能的短。
☑ 细分：缩短网格三角形的边长。可以手动或者自动进行。左边的按钮为手动，右边的按钮为自动。
☑ 结果：基于反作用力进行形变计算。计算结果可以表示为：1）等值线和等值区；2）主应力线；3）变形网格。
☑ 文件：为输出文件创建名称和路径。
☑ 在点：在命令行中显示直到选择节点的所有结果。
☑ 节点编号：在输出文件中给每一个节点编号。
☑ 删除结果：删除所有应力、形变和节点编号的结果。
☑ 删除求解序列：删除所有结果以及网格和复制的轮廓。用户可以在一个询问框中确定载荷和受力是否要保留在工程图中。本次任务结束后，用户可以使用旧的轮廓开始一个新的任务。
☑ 配置：打开一个对话框，这样用户可以为有限元分析计算例行程序改变或者设置预定义图层组、颜色以及符号尺寸。

技巧提示 使用有限元分析应具备的条件

学习笔记



1）已经绘制出轮廓。
2）内部轮廓和外部轮廓不能互相接触。
3）轮廓或者横截面必须形成一个封闭的表面。

一学即会 有限元分析的应用练习

视频：有限元分析的应用.avi
案例：有限元分析.dwg
13 练习

在本例中通过对结构件进行有限元分析来计算该零件的相关参数。首先通过有限元分析命令来设置工作参数；再设置该零件的材料参数；再分析该零件的机构参数，确定是否符合设计要求。操作步骤如下：

1）启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，打开“案例\13\有限元分析素材.dwg”文件；再按〈Ctrl+Shift+S〉组合键将当前文件另存为“案例\13\有限元分析.dwg”文件。

2）执行“有限元分析”命令（amfea2d），指定零件的内部点，弹出“二维有限元分析-计算”对话框。单击“均布力”工具按钮，提示指定插入点，指定右边小圆的左象限点（可利用 QUA 命令），提示指定端点，指定右边小圆的右象限点，提示指定端点的一侧，输入“270”（竖直向下，也可通过拖动鼠标指定方向），提示“输入一个新值”（载荷值），输入“800”，返回“二维有限元分析-计算”对话框，如图 13-24 所示。

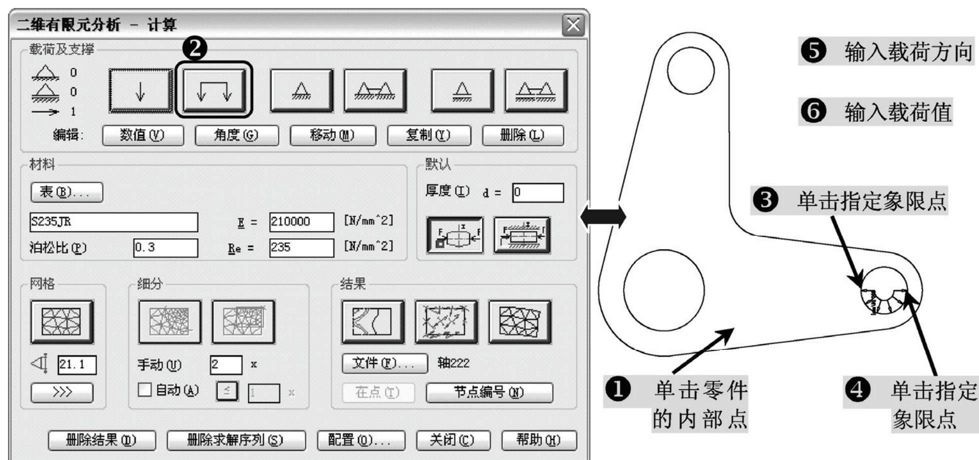


图 13-24　均布力操作

3）单击“固定均布支撑”工具按钮，提示指定插入点，指定左下方小圆的左象限点，提示指定端点，指定左下方小圆的右象限点，提示指定端点的一侧，输入“90”（竖直向上），返回“二维有限元分析-计算”对话框，如图 13-25 所示。

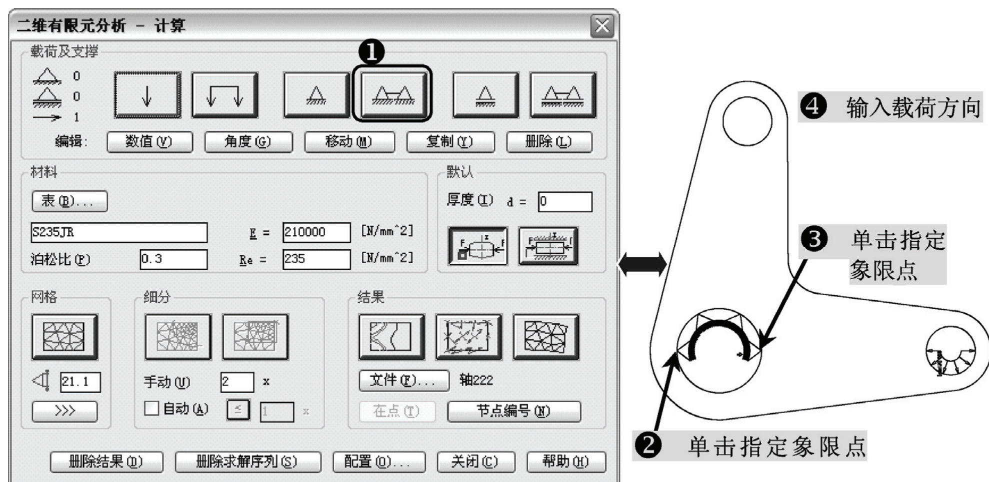


图 13-25　固定均布支撑操作

4）单击“可移动均布支撑”工具按钮，提示指定插入点，指定上方小圆的上象限点，提示指定端点，指定上方小圆的下象限点，提示指定端点的一侧，输入“180（水平向左）”，返回“二维有限元分析-计算”对话框。如图 13-26 所示。

5）单击“配置”按钮，弹出“有限元分析配置”对话框，在“符号的比例系数”栏输入“0.5”（缩小 1/2），单击“确定”按钮，返回“二维有限元分析-计算”对话框，系统自动将前面绘制的载荷符号缩小 1/2；单击“表”按钮，弹出“选择材料标准”对话框，选择“DIN 材料”，弹出“选择材料类型”对话框，选择“S235JR”材料（将该材料的屈服极限值 235 记下，在以后的步骤中会用到），单击“确定”按钮，返回“二维有限元分析-计算”对话框，如图 13-27 所示。

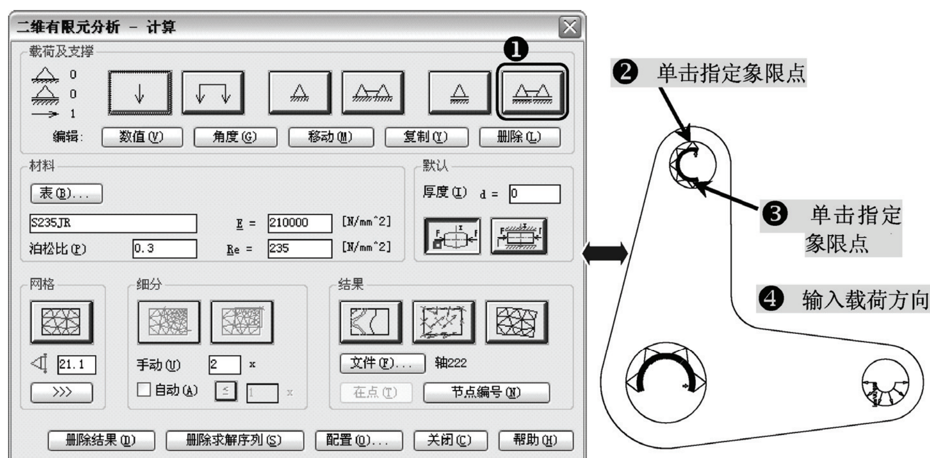


图 13-26　可移动均布支撑操作

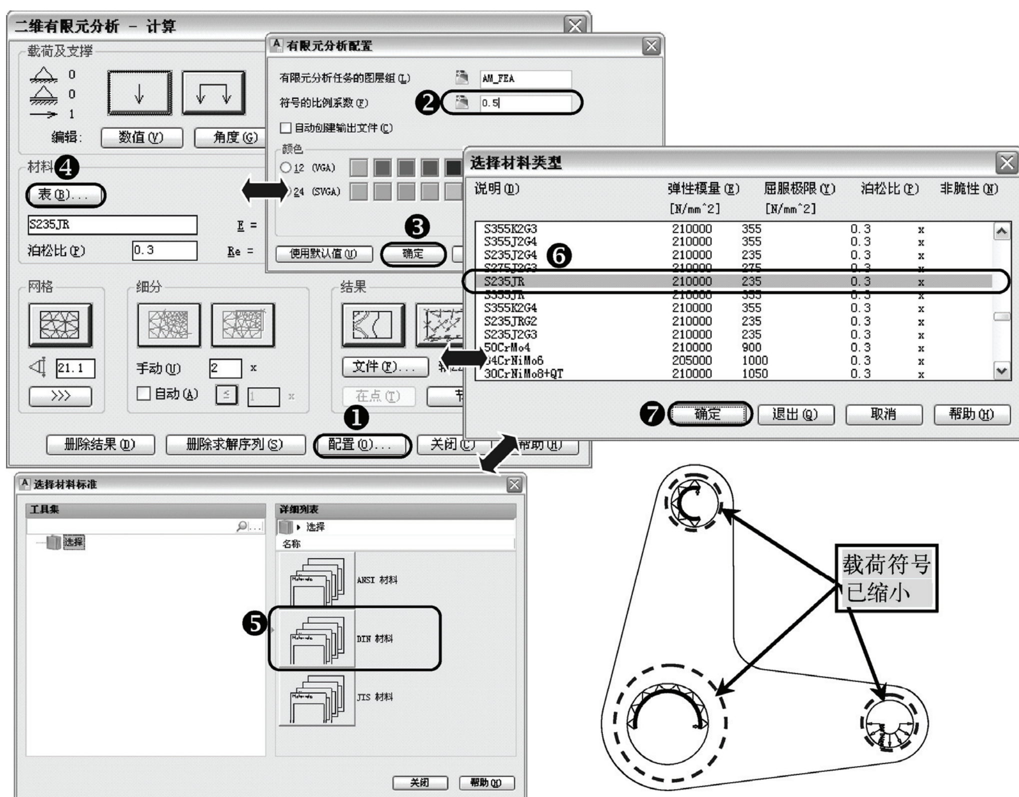


图 13-27　配置和材料选择

6）在“默认”选项中的“厚度（I）d=”中输入厚度“20”，单击“默认”选项中左边的按钮（允许弹性变形），如图 13-28 所示。

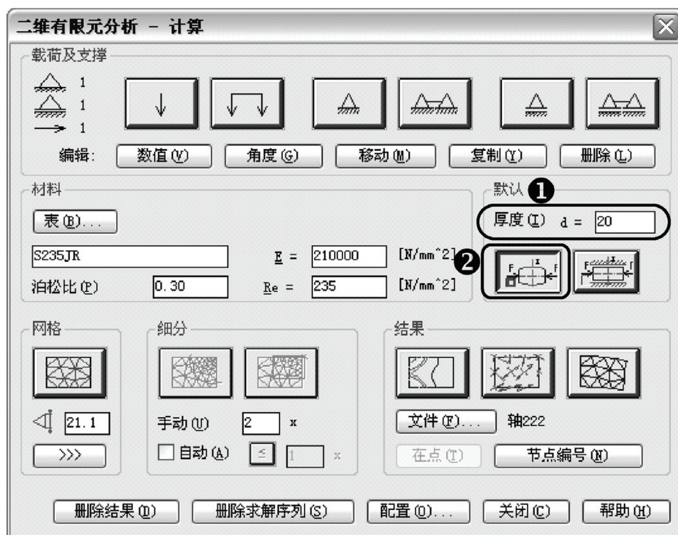


图 13-28　默认选项操作

7）在“网格”选项中的“网格平均宽度”中输入宽度“20”，单击“网格”工具按钮，键入〈Enter〉键返回“二维有限元分析-计算”对话框，如图 13-29 所示。

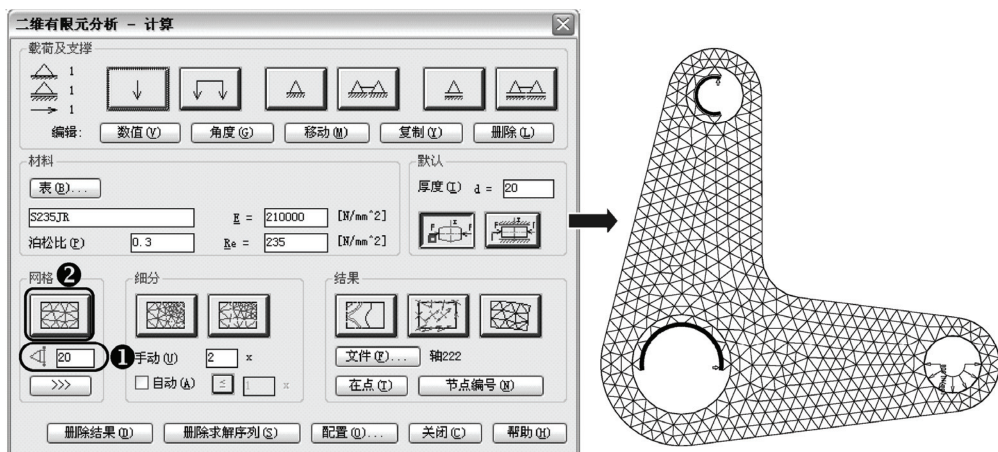


图 13-29　网格操作

8）单击在“结果”选项中的“等值线和等值区（ ）”工具按钮，弹出“二维有限元分析-等值线（等值区）”对话框，在“结果”中勾选“Von-Mises 应力”选项，在“图形表示法”选项中选择“等值区”工具按钮，勾选“自动设置间隔”选项，单击“确定”按钮，系统自动隐藏对话框并自动进行计算和着色处理，提示指定基点，键入〈Enter〉键（在边界上），系统会显示一个表格，提示指定插入点，在屏幕上指定该表格的插入点，键入〈Enter〉键返回“二维有限元分析-计算”对话框；单击“关闭”按钮，有限元分析结束，如图 13-30 所示。在“计算结果”表格中可以看出，计算结果大于屈服极限值，需要对零件进行增强。

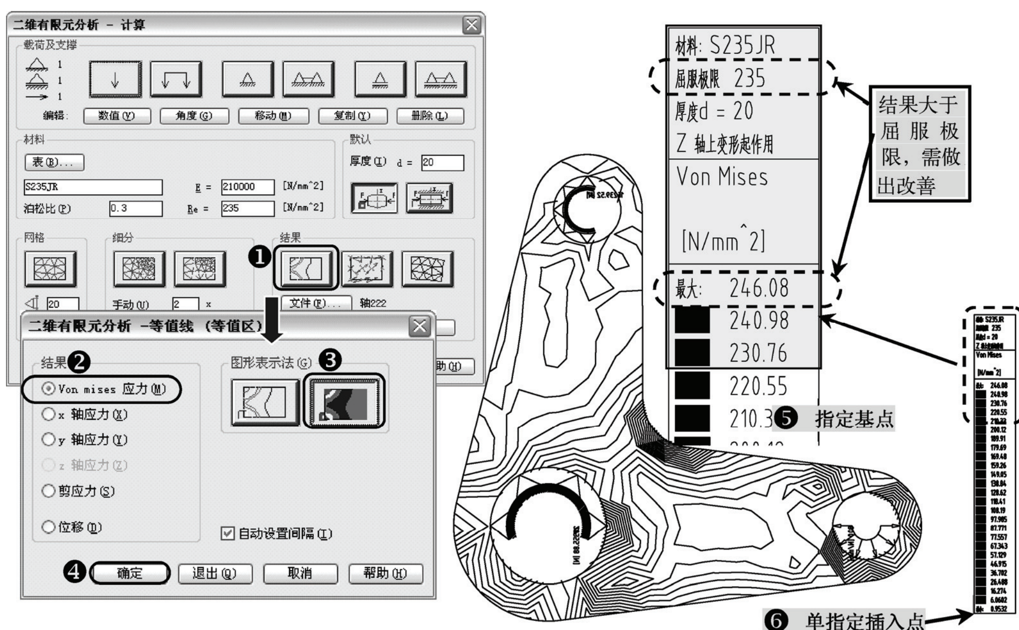


图 13-30 计算结果

9）将零件外轮廓向外偏移 4，再对零件进行有限元分析，结果如图 13-31 所示。在“计算结果”表格中可以看出，计算结果小于屈服极限值。

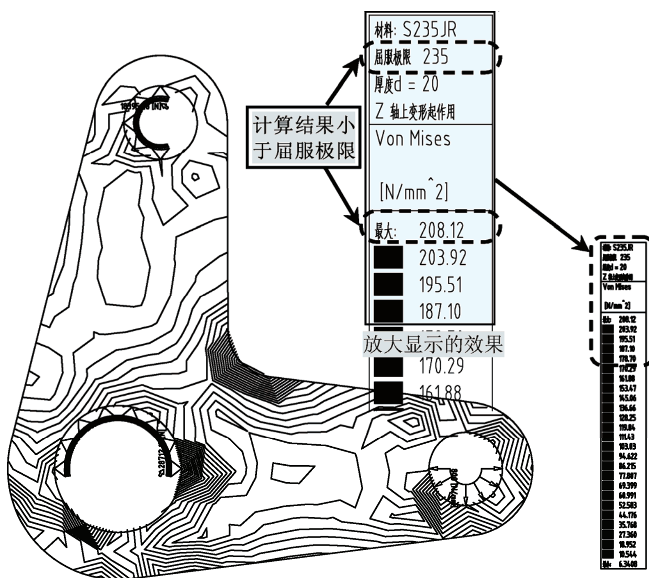


图 13-31 最终结果

10）至此，该图形已经绘制完成再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

第 14 章

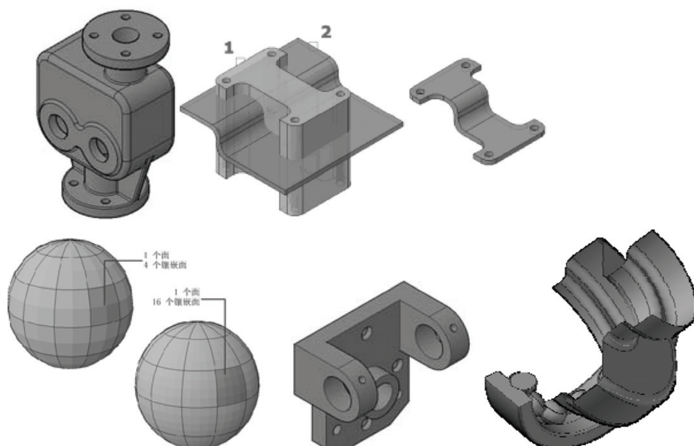
AutoCAD Mechanical 的三维建模应用

内容摘要

三维 CAD 系统中的工程图设计与一般二维设计系统不完全相同，三维模型设计中包括了产品完整的几何结构，还可以从三维模型中产生其他各种视图，除基本标准的三视图外，还可生成轴测图、向视图、各种剖视图、局部视图等。

用户通过本章的学习将对以下命令进行系统了解。

- 三维坐标
- 三统合视图
- 三维视觉样式
- 三维实体的绘制与编辑
- 三维曲面的绘制与编辑
- 网格曲面的绘制与编辑
- 三维图的绘制



14.1 三维图概述

14
了解

现代计算机技术和 CAD 应用软件技术的发展，决定了 CAD 应用应当以显著提高设计质量和设计效率，明显降低设计成本，充分缩短设计、生产准备周期，浓缩和提高优秀的设计经验，提高整个设计技术的管理水平为目的。

在软件的支持下，直接由思维中的三维模型开始设计，有了表达全部几何参数和设计构想的可能，使得整体设计过程能够在三维模型中分析与研究，并能使用统一的数据，因而能够更好地完善设计思想，从而使设计方案理想化。如图 14-1 所示。

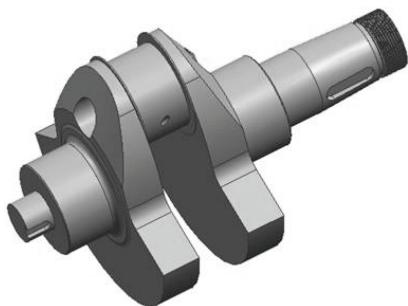


图 14-1 三维图形

三维 CAD 系统中的工程图设计与一般二维设计系统不完全相同，三维 CAD 系统中的工程图设计可以直接由三维模型投影而成，从而保证各个视图的正确性，使用者只需要对视图中个别线条进行调整，并标注工程符号，即可满足工程图样的要求。三维模型设计中包括了产品完整的几何结构，还可以从三维模型中产生其他各种视图，除基本标准的三视图外， 还可生成轴测图、向视图、各种剖视图、局部视图等。由于三维 CAD 系统中三维/二维的全相关性，所以在不同的设计环境中，模型都是相互关联的，可以在三维、二维或其他设计环境中直接修改模型的结构和尺寸，其他的模型可以自动更新。三维/二维的全相关可以保证设计的修改在三维与二维模型中保持一致。在通常的工程设计中，可以根据三维模型的尺寸，自动生成二维尺寸，并可以灵活调整尺寸的种类和位置。

在三维的 CAD 产品设计中，可以调节渲染所设计产品的一些基本属性，如光源设置，模型属性（颜色、透明度、反射系数等），还可以设置模型的颜色、纹理、反射、景深、阴影等效果，从而达到渲染产品外观的效果。只有在三维的 CAD 设计中， 才可能建立进行有限元分析的原始基本数据，进而实现产品的优化设计。用三维模型在装配状态下进行零件设计，可避免实际的干涉现象，起到事半功倍的作用。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，三维实体的操作和 AutoCAD 2013 并没有多大的区别，这里仅对一些基本应用进行介绍。

要进入“三维绘图”模式，需先在“工作空间”中切换到“三维基础”或“三维造型”模式。

14.2 三维视图

14
了解

三维视图是在三维空间中从不同视点方向上观察到的三维模型的投影，观察者可以通过不同指定视点得到三维视图。根据视点位置的不同，可以把投影视图分为标准视图、等轴测视图和任意视图。三视图是观测者从三个不同位置观察同一个空间几何体而画出的图形。



14.2.1 三维笛卡儿坐标系

三维笛卡儿坐标系是在二维笛卡儿坐标系的基础上根据右手定则增加第三维坐标（即 Z 轴）而形成的。同二维坐标系一样，AutoCAD 中的三维坐标系有世界坐标系（WCS）和用户坐标系（UCS）两种形式。

1．右手定则

在三维坐标系中，z 轴的正轴方向是根据右手定则确定的。右手定则也决定三维空间中任一坐标轴的正旋转方向，如图 14-2 所示。

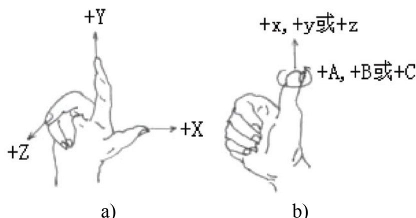


图 14-2　右手定则

要标注 x、y 和 z 轴的正轴方向，就将右手背对着屏幕放置，拇指指向 x 轴的正方向。伸出食指和中指，食指指向 y 轴的正方向，中指指示的方向即是 z 轴的正方向，如图 14-2a 所示。

要确定轴的正旋转方向，用右手的大拇指指向轴的正方向，弯曲手指。那么手指所指示的方向即是轴的正旋转方向如图 14-2b 所示。

2．世界坐标系（WCS）

在 AutoCAD 中，三维世界坐标系是在二维世界坐标系的基础上根据右手定则增加 z 轴而形成的。同二维世界坐标系一样，三维世界坐标系是其他三维坐标系的基础，不能对其重新定义。

3．用户坐标系（UCS）

用户坐标系为坐标输入、操作平面和观察提供一种可变动的坐标系。定义一个用户坐标系即改变原点（0，0，0）的位置以及 xy 平面和 z 轴的方向。可在 AutoCAD 的三维空间中任何位置定位和定向 UCS，也可随时定义、保存或重复使用用户坐标系。详见本章第 3 节。



14.2.2 三维坐标形式

在 AutoCAD 中提供了下列 3 种三维坐标形式：

1．三维笛卡儿坐标

三维笛卡儿坐标（x，y，z）与二维笛卡儿坐标（x，y）相似，即在 x 和 y 值基础上增加 Z 值。同时还可以使用基于当前坐标系原点的绝对坐标值或基于上一个输入点的相对坐标值。

2．圆柱坐标

圆柱坐标与二维极坐标类似，但增加了从要确定的点到 xy 平面的距离值。即三维点的圆柱坐标可通过该点与 UCS 原点连线在 xy 平面上的投影长度，该投影与 X 轴夹角以及该点垂直于 xy 平面的 z 值来确定。

圆柱坐标的形式为（R<角度θ，H），相对坐标形式为（@ R<角度θ，H），其中 R 为柱面的半径，角度θ为柱面上的点在 xy 平面上的投影点与 x 轴正向的夹角，H 为距 xy 平面的

高度值。利用柱面坐标很容易在圆柱实体的表面上确定一点的位置，如图 14-3 所示。

3．球坐标

球坐标也类似于二维极坐标。在确定某点时，应分别指定该点与当前坐标系原点的距离，二者连线在 xy 平面上的投影与 x 轴的角度，以及二者连线与 xy 平面的角度。

球坐标的形式为（R<角度α<角度θ），相对坐标形式为（@ R<角度α<角度θ），其中 R 为球面的半径，角度α为球面上的点在 xy 平面上的投影点与 x 轴正向的夹角，xy 平面应过球面中心，角度θ为球面上的点与 xy 平面的夹角。在球体表面上定点较为容易，如图 14-4 所示。

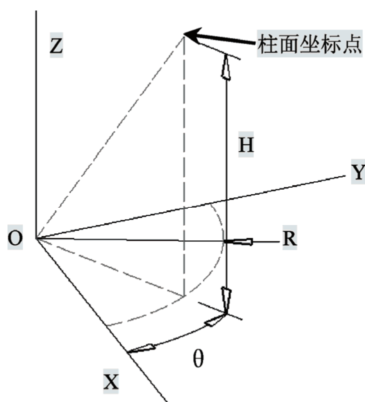


图 14-3 柱面坐标体系

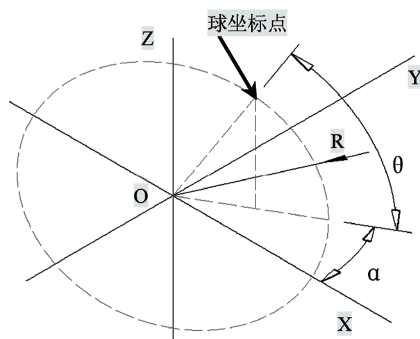


图 14-4 球坐标体系

同样，球坐标的相对形式表明了某点与上一个输入点的距离，二者连线在 xy 平面上的投影与 x 轴的角度，以及二者连线与 xy 平面的角度。



14.2.3 新建 UCS 坐标

通过命令行中输入或动态输入“UCS”命令，可进入“新建 UCS”状态，在命令提示行中显示多个选项供用户选择。例如用户将新建一个绕 x 轴 45° 的坐标，在命令行中将显示如下信息。

```
命令: ucs                                // 执行“新建 UCS”命令
当前 UCS 名称: *世界*                     // 系统提示当前 UCS 名称
指定 UCS 的原点或 [面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)] <世界>: x      // 选择绕 X 轴旋转选项
指定绕 X 轴的旋转角度 <90>: 45            // 输入旋转角度
```

选项讲解　UCS 命令行选项的含义　知识要点

☑ 面（f）：将 UCS 与实体对象的选定面对齐。要选择一个面，则在此面的边界

内或面的边上单击，被选中的面将亮显，UCS 的 x 轴将与找到的第一个面上最近的边对齐。

☑ 命名（na）：保存或恢复命名 UCS 定义。也可以在该 UCS 图标上单击鼠标右键并单击命名 UCS 来保存或恢复命名 UCS 定义。

☑ 对象（ob）：将 UCS 与选定的二维或三维对象对齐。UCS 可与任何对象类型对齐（除了参照线和三维多段线）。将光标移到对象上，以预览 UCS 将如何对齐，并单击放置 UCS。大多数情况下，UCS 的原点位于离指定点最近的端点，X 轴将与边对齐或与曲线相切，Z 轴垂直于对象。

☑ 上一个（p）：恢复上一个 UCS。可以在当前任务中逐步返回最后 10 个 UCS 设置。对于模型空间和图纸空间，UCS 设置单独存储。

☑ 视图（v）：将 UCS 的 xy 平面与垂直于观察方向的平面对齐。原点保持不变，但 x 轴和 y 轴分别变为水平和垂直。

☑ 世界（w）：将 UCS 与世界坐标系 (WCS) 对齐。也可以单击 UCS 图标并从原点夹点菜单选择“世界”。

☑ X：将右手拇指指向 x 轴的正向，卷曲其余四指。其余四指所指的方向即绕轴的正旋转方向。

☑ Y：将右手拇指指向 y 轴的正向，卷曲其余四指。其余四指所指的方向即绕轴的正旋转方向。

☑ Z：将右手拇指指向 z 轴的正向，卷曲其余四指。其余四指所指的方向即绕轴的正旋转方向。

☑ Z 轴（za）：将 UCS 与指定的正 z 轴对齐。UCS 原点移动到第一个点，正 z 轴通过第二个点。

通过上面讲解可以了解到，三维绘图是指在 XY 平面指定一个面，通过指定 z 轴高度来绘制实体，即通过改变 z 轴的方式变换坐标系。例如，现在通过“Z 轴（ZA）”来更改一个坐标系，如图 14-5 所示。“UCS→ZA→选择想要指定的坐标原点→拖动鼠标来指定 z 轴方向→确定”，坐标系即重新指定。

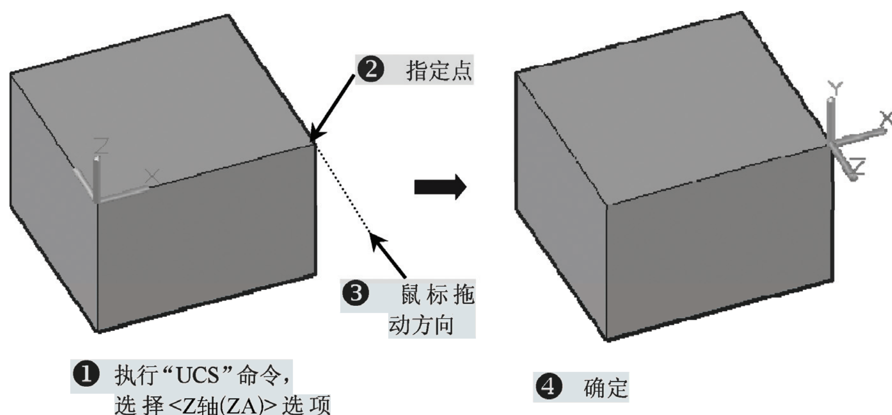


图 14-5　更改用户坐标系



技巧提示

关于“世界（W）”选项

学习笔记



当用户在更改用户坐标系时，有时会将用户坐标系改得很乱，连用户自己都分不清坐标方向，此时可以用“世界（W）”选项，使用户坐标系恢复到原始状态，即与世界坐标系相同，然后继续更改用户坐标系。

14.2.4 三维视图

三维视图是在三维空间中从不同视点方向上观察到的三维模型的投影。

将人的视线规定为平行投影线，可以通过不同指定视点，然后正对着物体看过去，将所见物体的轮廓用正投影法绘制出来的图形称为视图。正常情况下，一个物体有六个视图，即从一个物体的上、下、左、右、前、后六个方向上看到的图形。但是一个视图只能反映物体一个方位的形状，不能完整反映物体的结构形状，所以在 AutoCAD 软件中绘制三维图形时，可以通过四个视图来表达图形的大致结构，分别为“西南等轴测”“东南等轴测”“东北等轴测”和“西北等轴测”视图，这四个视图是以“俯视图”为基础，分别从西南、东南、东北和西北方向去观测这个三维零件所形成的视图。不同的三维视图效果如图 14-6 所示。

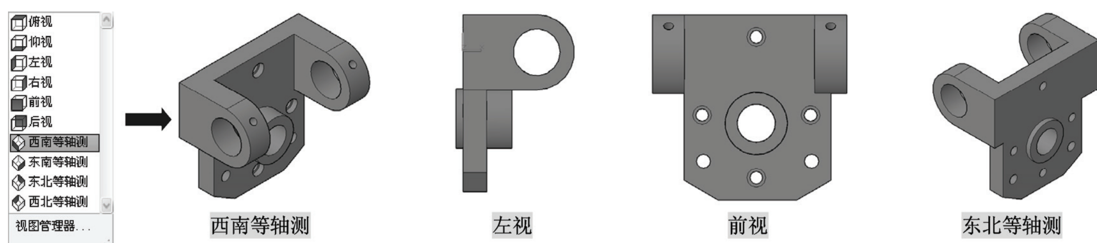


图 14-6　不同的三维视图效果

由于在绘图中，这些视图并不能清楚地表达出用户想要的位置，这时可以利用“动态观察”工具来实现自由视角。

要进行“动态观察”操作，可将菜单栏显示出来，在“视图 | 动态观察”子菜单下有三种观察方式，即“受约束的动态观察”“ 自由动态观察”和“连续动态观察”， 如图 14-7 所示。



图 14-7　三种动态观察方式

选项讲解 动态观察

知识要点

☑ 受约束的动态观察：在三维空间中旋转视图，但仅限于水平动态观察和垂直动态观察。如果水平拖动光标，相机将平行于世界坐标系（WCS）的 XY 平面移动。如果垂直拖动光标，相机将沿 Z 轴移动。

☑ 自由动态观察：允许沿任意方向进行动态观察，而不局限于 XY 平面或 Z 方向。

☑ 连续动态观察：光标变为两条实线环绕的球状，使用户可以将对象设定为连续运动。如果在物体上单击鼠标左键拖动鼠标然后松开鼠标，会发现物体沿拖动方向自行旋转，旋转速度跟拖动速度有关，再单击对象物体，则停止旋转。



技巧提示 快速操作受约束的动态观察

学习笔记



在操作中，可以按住〈Shift〉键不松开，然后按住鼠标中间（滚轮）拖动鼠标，则可以代替“受约束的动态观察”。

14.2.5 三维视觉样式

视觉样式控制边、光源和着色的显示，可通过更改视觉样式的特性控制效果。应用视觉样式或更改其设置时，关联的视口会自动更新以反映这些更改。

视觉样式管理器将显示图形中可用的所有样式，选定样式的设置将显示在样例图像下方的面板中。

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，提供了以下几种视觉样式，如图 14-8 所示。

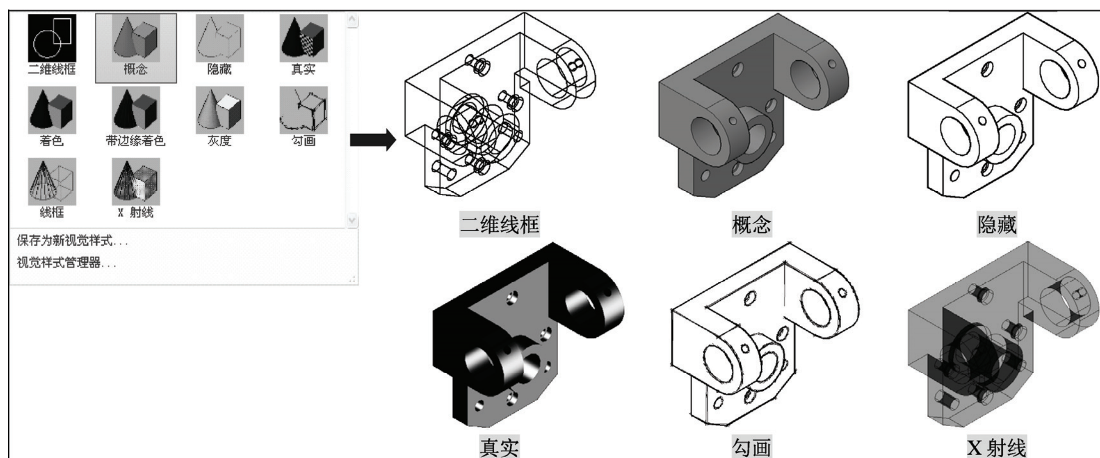


图 14-8　不同视觉样式的效果

这十种视觉样式所代表的含义如下：

选项讲解 产品提供以下预定义的视觉样式 知识要点

- ☑ 二维线框：通过使用直线和曲线表示边界的方式显示对象。
- ☑ 概念：使用平滑着色和古氏面样式显示对象。古氏面样式在冷暖颜色而不是明暗效果之间转换。效果缺乏真实感，但是可以更方便地查看模型的细节。
- ☑ 隐藏：使用线框表示法显示对象，隐藏表示背面的线。
- ☑ 真实：使用平滑着色和材质显示对象。
- ☑ 着色：使用平滑着色显示对象。
- ☑ 带边缘着色：使用平滑着色和可见边显示对象。
- ☑ 灰度：使用平滑着色和单色灰度显示对象。
- ☑ 勾画：使用线延伸和抖动边修改器显示手绘效果的对象。
- ☑ 线框：通过使用直线和曲线表示边界的方式显示对象。
- ☑ X 射线：以局部透明度显示对象。

在着色视觉样式中，当四处移动模型时，面由跟随视点的两个平行光源照亮。该默认光源被设计为照亮模型中的所有面，以便从视觉上辨别这些面。仅在其他光源（包括阳光）关闭时，才能使用默认光源。

可以随时选择一种视觉样式并更改其设置。这些更改反映在应用该视觉样式的视口中。对当前视觉样式所做的任何更改都将保存在图形中。

14.3 三维建模

14 掌握

三维模型通常用计算机或者其他视频设备进行显示。显示的物体可以是现实世界的实体，也可以是虚构的物体。任何物理自然界存在的东西都可以用三维模型表示。



14.3.1 三维建模的形式

在 AutoCAD Mechanical 2013 软件中，三维建模可让用户使用实体、曲面和网格对象创建图形。

1．实体建模

实体模型是具有质量、体积、重心和惯性矩等特性的封闭三维体。可以从图元实体（例如圆锥体、长方体、圆柱体和棱锥体）开始绘制，然后进行修改并合并以创建新的形状。或者，绘制一个自定义多段体拉伸并使用各种扫掠操作，以基于二维曲线和直线创建实体，如图 14-9 所示。

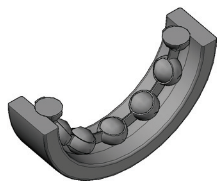


图 14-9 实体建模

2．曲面建模

曲面模型是不具有质量或体积的薄壳。AutoCAD 提供两种类型的曲面，即程序曲面和

NURBS 曲面。使用程序曲面可利用关联建模功能，而使用 NURBS 曲面则通过控制点来利用造型功能。

典型的建模工作流是使用网格、实体和程序曲面创建基本模型，然后将它们转换为 NURBS 曲面。这样，用户不仅可以使用实体和网格提供的独特工具和图元形，还可使用曲面提供的造型功能即关联建模和 NURBS 建模。可以使用某些用于实体模型的工具来创建曲面模型，例如扫掠、放样、拉伸和旋转。还可以通过对其他曲面进行过渡、修补、偏移、创建圆角和延伸来创建曲面，如图 14-10 所示。

3．网格建模

网格模型以使用多边形表示（包括三角形和四边形）的方式定义三维形状的顶点、边和面组成。与实体模型不同，网格没有质量特性。但是，与三维实体一样，用户可以使用 AutoCAD 2010 版或更高版本来创建长方体、圆锥体和棱锥体等图元网格形状。可以通过不适用于三维实体或曲面的方法来修改网格模型。例如，可以应用锐化、分割以及增加平滑度。可以拖动网格子对象（面、边和顶点）建立对象的形状。要获得更细致的效果，可以在修改网格之前优化特定区域的网格。使用网格模型可提供隐藏、着色和渲染实体模型的功能，而不能使用质量和惯性矩等物理特性，如图 14-11 所示。

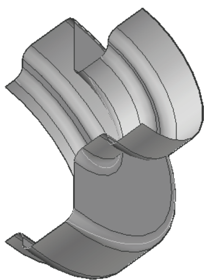


图 14-10　曲面建模

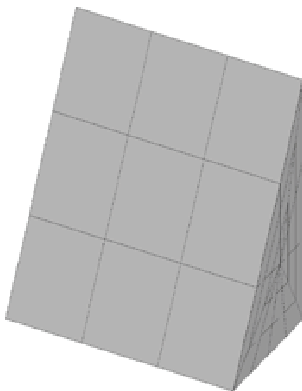


图 14-11　网格建模

由于 AutoCAD Mechanical 2013 软件在三维建模方面并没有多大的改变，所以在这里仅做大概介绍。



14.3.2　绘制和编辑三维实体

1．基本

三维实体对象通常以某种基本形状或图元作为起点，然后由用户对其进行修改和重新合并。在“实体”选项卡中的“基本”选项板中，有一些绘制基本三维物体的工具按钮，可以创建多种基本三维形状，包括长方体、圆锥体、圆柱体、球体、楔体、棱锥体和圆环体，如图 14-12 所示。通过组合图元，可以创建更加复杂的实体。例如，可以合并两个实体，或者从一个实体中减去一个实体，也可以基于体积的相交部分创建形状。

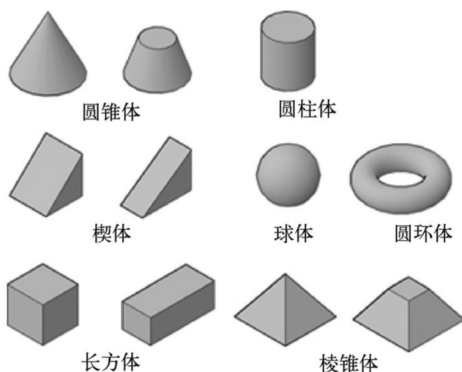


图 14-12 基本图元

2．实体

可以通过拉伸、扫掠、放样和旋转等创建实体和曲面。在“实体”选项卡中的“实体”选项板中，有一些关于从二维几何图形创建实体和曲面的工具按钮。通过这些工具按钮可以创建实体和曲面。开放曲线只能创建曲面，而闭合曲线可以根据具体设置创建实体或曲面。如果“模式”选项设定为“实体”，则为实体；如果“模式”选项设置为“曲面”，则为曲面。也可以由二维几何图形或其他三维对象创建三维实体。例如，可以通过在三维空间中沿指定路径拉伸二维图形来获取三维实体。如图 14-13 所示。

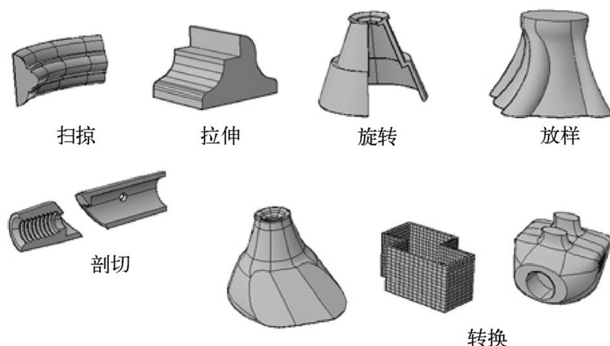


图 14-13 三维实体

可以使用以下方法来完成实体的创建。

- ☑ 扫掠：沿某个路径延伸二维对象。
- ☑ 拉伸：沿垂直方向将二维对象的形状延伸到三维空间。
- ☑ 旋转：绕轴扫掠二维对象。
- ☑ 放样：在若干横截面之间创建三维实体或曲面，放样横截面可以是开放或闭合的平面或非平面，也可以使边子对象。
- ☑ 剖切：将一个实体对象分为两个独立的三维对象。
- ☑ 曲面造型：转换和修剪一组封闭某个无间隙区域的曲面，使其成为实体。
- ☑ 转换：将具有一定厚度的网格对象和平面对象转换为实体和曲面。

3．布尔运算

通过合并、减去或找出两个或两个以上三维实体、曲面或面域的相交部分来创建复合三

维对象。

复合实体是使用并集、差集或交集命令，由两个或两个以上实体、曲面或面域创建的，如图 14-14 所示。三维实体将记录如何创建实体的过程，形成历史记录。在历史记录中用户可以查阅组成复合实体的原始形状。

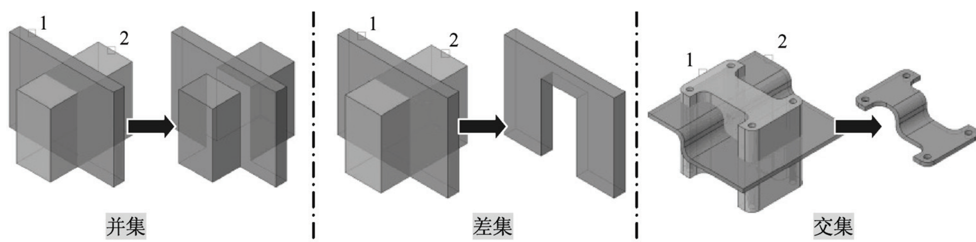


图 14-14　复合实体

“并集”“差集”和“交集”这三种工具的具体含义如下。

☑ 并集：可以合并两个或两个以上对象的总体积或总面积。
☑ 差集：可以从一组对象中删除与另一组对象的公共部分或区域。例如，可以从对象中减去圆柱体，从而在机械零件中创建孔。
☑ 交集：可以从两个或两个以上重叠对象的公共部分或区域创建复合对象。用于删除非重叠部分，以及从剩余部分中创建复合对象。

4．实体编辑

实体编辑就是对创建后的实体进行编辑。例如对实体进行倒圆角、倒斜角、抽壳、剖切和加厚等。



14.3.3　绘制和编辑三维曲面

1．绘制曲面建模

曲面建模提供创建和编辑关联或自由形式曲面的能力。

曲面是无限薄的壳体三维对象。有两种类型的曲面“程序曲面”和“NURBS 曲面”。

☑ “程序曲面”可以是关联曲面，即保持与其他对象间的关系，可以将它们作为一个组进行处理。
☑ “NURBS 曲面”不是关联曲面。此类曲面具有控制点，用户能够以一种更自然的方式对其进行造型。

用“程序曲面”可利用关联建模功能，而使用“NURBS 曲面”可通过控制点来利用造型功能，如图 14-15 所示。

可以使用下列方法创建“程序曲面”和“NURBS 曲面”。

☑ 基于轮廓创建曲面。基于由直线和曲线组成的轮廓形状创建曲面。
☑ 从其他曲面创建曲面。过渡、修补、延伸、圆角和偏移曲面以创建新的曲面。
☑ 将对象转换为“程序曲面”。将现有实体（包括复合对象）、曲面和网格转换为“程序曲面”。

☑ 将“程序曲面”转换为“NURBS 曲面”。无法将某些对象（例如网格对象）直接转换为“NURBS 曲面”。在这种情况下，可将对象先转换为“程序曲面”，然后再将其转换为“NURBS 曲面”。

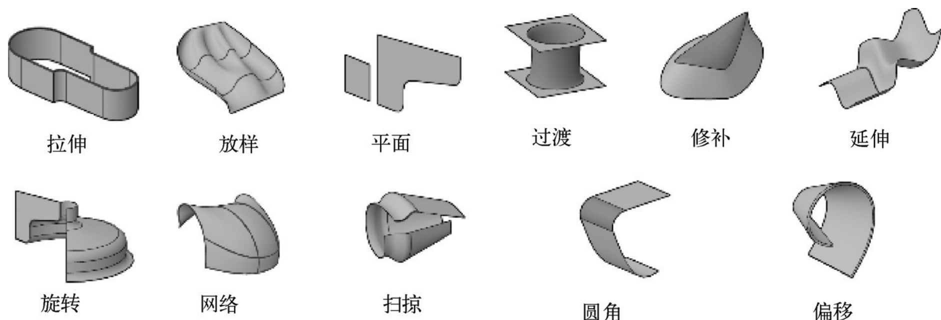


图 14-15 曲面建模

2．曲面连续性和凸度幅值

曲面连续性和凸度幅值是创建曲面时的常用特性。创建新曲面时，可以使用特殊夹点指定连续性和凸度幅值。连续性是衡量两条曲线或两个曲面交汇时平滑程度的指标。如果需要将曲面输出到其他应用程序，连续性的类型就很重要。

连续性包括以下几种类型。

☑ G0（位置）。仅测量位置。如果各个曲面的边共线，则曲面的位置在边曲线处是连续的 (G0)。两个曲面能以任意角度相交并且仍具有位置连续性。

☑ G1（相切）。包括位置连续性和相切连续性 (G0 + G1)。对于相切连续的曲面，各端点切向在公共边一致。两个曲面看上去在合并处沿相同方向延续，但它们显现的“速度”（也称为方向变化率或曲率）可能大不相同。

☑ G2（曲率）。包括位置、相切和曲率连续性 (G0＋G1+G2)。两个曲面具有相同曲率。

凸度幅值是测量曲面与另一曲面汇合时的弯曲或“凸出”程度的一个指标。幅值可以是“0”到“1”的值，其中“0”表示平坦，“1”表示弯曲程度最大。

3．编辑曲面

可以使用控制点对曲面进行圆角、延伸和修剪处理或修改“NURBS 曲面”。

可以使用基本编辑工具（例如修剪、延伸和圆角处理）编辑“程序曲面”和“NURBS 曲面”。也可通过拉伸控制点来重塑“NURBS 曲面”的形状。完成曲面设计时，可使用曲面分析工具确保模型质量，并在必要时重新生成模型。



14.3.4 绘制和编辑网格曲面

1．绘制网格曲面

AutoCAD 2010 版及更高版本可以平滑化、锐化、分割和优化默认网格对象类型。不仅可以继续创建传统多面网格和多边形网格类型，而且可以通过转换为较新的网格对象类型获得更理想的结果，如图 14-16 所示。

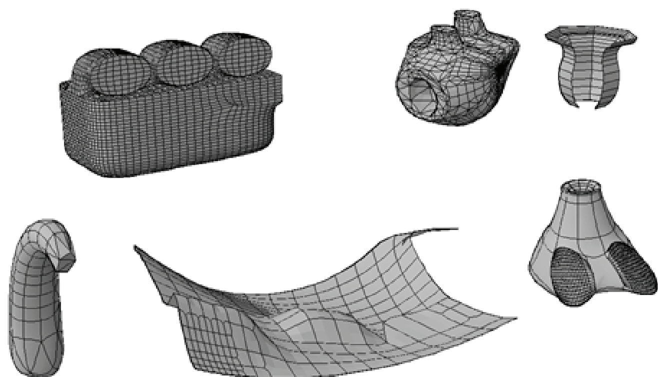


图 14-16　网格曲面

可以使用以下方法创建网格对象。

☑ 创建网格图元。创建标准形状，例如长方体、圆锥体、圆柱体、棱锥体、球体、楔体和圆环体。

☑ 从其他对象创建网格。创建直纹网格对象、平移网格对象、旋转网格对象或边界定义的网格对象，这些对象的边界内插在其他对象或点中。

☑ 从其他对象类型进行转换，将现有实体或曲面模型（包括复合模型）转换为网格对象。

☑ 创建自定义网格（传统项）。可创建多边形网格，通常通过 AutoLISP 程序编写脚本，以创建开口网格。可创建具有多个顶点的网格，这些顶点是由指定坐标定义的。尽管可以继续创建传统多边形网格和多面网格，但是建议用户将其转换为增强的网格对象类型，以保留增强的编辑功能。

镶嵌是平铺网格对象平面形状的集合。在未选中的网格对象中可见的镶嵌细分用于标记可编辑网格面的边。网格镶嵌以更详细的方式提供了用于建模对象形状的增强功能。

对网格对象进行平滑处理和优化时，会增加镶嵌的密度（细分数）。

☑ 平滑处理。增加网格曲面与圆整形状的相符程度。可以以增量形式或通过在特性选项板中更改平滑度来增加选定对象的网格平滑度。0（零）级平滑度表示对网格对象应用最低级别的平滑处理。4 级平滑度表示应用最高平滑度。

☑ 优化。将选定的网格对象或选定的子对象（例如面）中的细分数增加 4 倍。优化还可将当前平滑度级别重置为 0，以便无法再超过该级别锐化对象。由于优化会显著增加网格的密度，因此，用户可能希望将此选项限制到需要进行极其详细修改的区域。优化还有助于以较少的影响来铸造模型整体形状上较小的截面。

高度优化的网格使用户可以进行细节修改，同时也会付出代价，它可能会降低程序的性能。通过保持最大平滑度、面和栅格层，可有助于确保不会创建过密而难以有效修改的网格。

2．编辑网格曲面

对网格对象进行建模与对三维实体和曲面进行建模在某些重要方式上有一定差异。

网格对象不具有三维实体的质量和体积特性。但是，网格对象具有独特的功能，通过这

些功能，用户可以设计角度更小、圆度更大的模型。网格对象比对应的实体和曲面对象更容易进行模塑和形状重塑。

网格对象是由面和镶嵌面组成的。面为非重叠单元，与其边和顶点一起形成网格对象的基本可编辑单元。移动、旋转和缩放单个网格面时，周围的面会被拉伸并发生变形以避免产生间隔。如果产生间隙，通常可以通过平滑对象或优化各个面来闭合这些间隙，镶嵌面如图 14-17 所示。

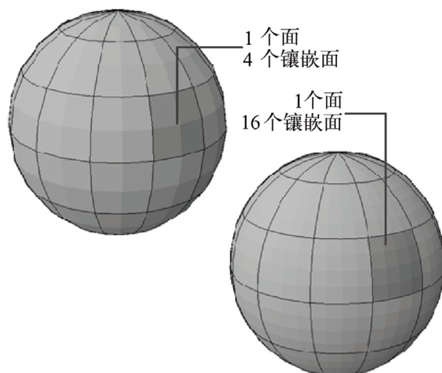


图 14-17　镶嵌面

网格面具有底层结构，称为镶嵌面。镶嵌面栅格的密度与网格的平滑度相对应。平滑度增加时，底层镶嵌面栅格的密度也会增加。如果希望将详细的网格编辑限制在较小的区域内，可以通过优化将镶嵌面转换为可编辑的面。

可以通过以下方法处理网格对象。

☑ 添加平滑度。增加或降低平滑度以圆整模型的整体形状。底层网格镶嵌面栅格的密度随网格对象平滑度的增加而增加。
☑ 优化对象以重置基线平滑度。优化网格对象以将底层镶嵌面栅格转换为可编辑的面。优化还可以重置可应用于对象的最低平滑度。
☑ 优化面。限制对特定网格面所做的优化。此方法可避免重置平滑度基线。
☑ 锐化边。删除指定边的平滑度。也可以删除现有的锐化。
☑ 分割或合并面。将现有面沿指定路径分成独立的部件。合并两个或两个以上的面以创建单个面。
☑ 收拢顶点。通过将相邻面的顶点收拢为单个点来改变网格模型。
☑ 旋转边。旋转相邻三角面的共用边以改变面的形状和方向。
☑ 拉伸面。通过将指定的面拉伸到三维空间来延伸指定的面。与三维实体拉伸不同，网格拉伸并不创建独立的对象。
☑ 修复孔。通过选择周围的边来闭合面之间的间隙。网格对象中的孔可能会防止用户将网格对象转换为实体对象。

可以使用以下方法操作整个网格模型或各个子对象。

☑ 子对象选择和编辑。使用与选择三维实体子对象相同的方法选择面、边和顶点。按住〈Ctrl〉键的同时选择子对象。子对象亮显指示所选的内容。按住〈Shift〉键并再

次单击以从子对象中删除选择。通过打开子对象选择过滤器，可以将选择限制为特定子对象（无需按住〈Ctrl〉键即可选择）。

☑ 小控件编辑。选择网格对象或子对象后，会自动显示三维移动、旋转或缩放小控件（可以设定默认情况下显示的小控件）。可以使用这些小控件统一修改选择，也可以沿指定平面或轴修改。

技巧提示　改进夹点的显示和行为

学习笔记



由于密集网格可能会难以处理，因此，用户可以将设置更改为改进夹点的显示和行为。

1） 设置子对象选择过滤器：设置“DEFAULTGIZMO ”系统变量或使用快捷菜单以选择面、边或顶点。

2） 设置在选择子对象后夹点是否立即激活，即设置“GRIPSUBOBJMODE”系统变量。

一学即会　泵体三维模型的创建

视频：泵体三维模型的创建.avi
案例：泵体.dwg

14 练习

本例综合运用了几种常见的三维建模命令来绘制泵体的三维模型，使读者掌握相关的绘制方法和技巧。首先通过建立网格长方体的方式来建立一个长方体腔体，并转换为实体；然后绘制泵体的两个齿轮安装圆孔；再绘制泵体上下两边的流体进出接口；最后绘制加强筋并且倒圆角与斜角，从而完成泵体的绘制，操作步骤如下。

1）启动 AutoCAD Mechanical 2013 软件，按〈Ctrl+S〉组合键将当前文件保存为“案例\14\泵体.dwg”文件。

2）在“工作空间”中切换到 “三维造型”模式；单击“视图”选项卡中的“视图”面板，选择“西南等轴测”视图模式；在“视觉样式”面板中选择“概念”模式（后面将不再详细叙述视图的具体操作）。

3）单击“网格”选项卡，在“视图”面板中单击“网格长方体”工具按钮，在屏幕中指定第一个角点，选择“长度”选项（1），打开正交，拖动鼠标到正 y 方向，输入长度“154”，拖动鼠标到正 x 方向，输入宽度“75”，拖动鼠标到正 z 方向，输入高度“132”，绘制一个 154 × 75 × 132 的立方网格，如图 14-18 所示。

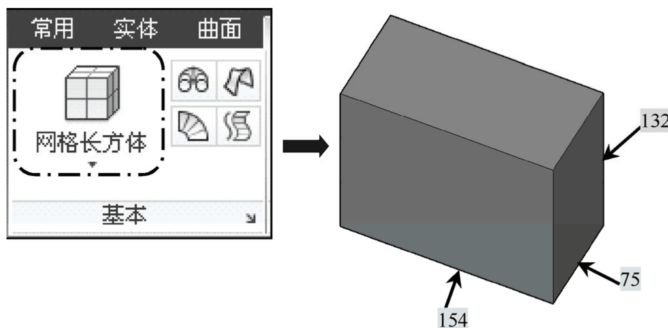


图 14-18　绘制立方网格

4）单击“实体”选项卡，在“实体编辑”面板中单击“加厚”工具按钮，选择刚才绘制的立方方格，确定，在弹出的“网格-转换为三维实体或曲面？”对话框中选择“将选定的对象转换为镶嵌面的三维实体或曲面”选项，输入加厚的厚度“9”，此时该立方网格尺寸转换为 172 × 93 × 150，厚度为 9 的箱体，如图 14-19 所示。

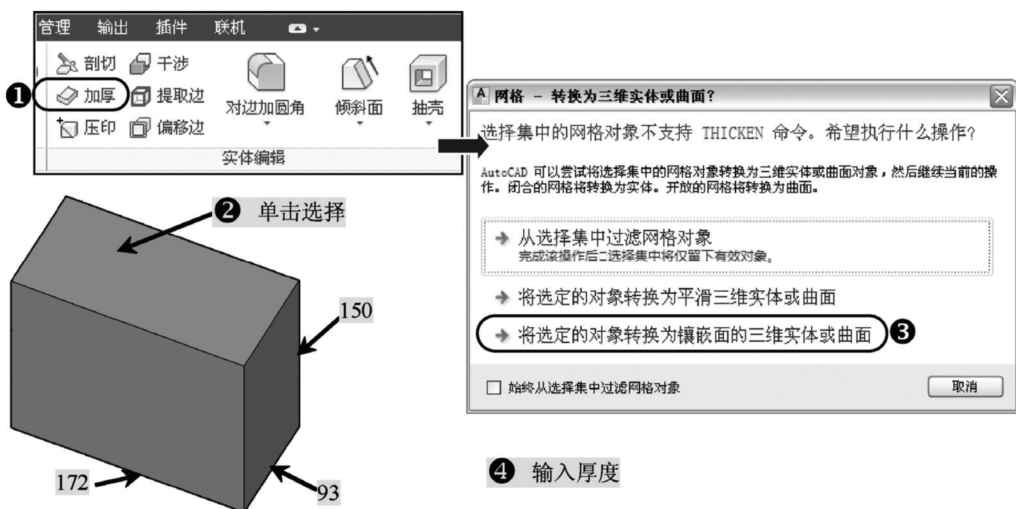


图 14-19 加厚

5）将“视图”转换到“左视图”；执行“圆”命令（c）在正方形底部直线中点绘制两个直径为 36、70 的同心圆；执行“移动”命令（m），将它们向上方移动 48；再执行“移动”命令（m）将刚才移动的同心圆向左移动 38；执行“复制”命令（co），将刚才移动的两个圆在向右距离为 76 处复制，如图 14-20 所示。

6）执行“打断”命令（br），将左边直径为 70 的圆右边打断一部分，将右边直径为 70 的圆左边打断一部分；执行“倒圆角”命令（f），将两圆之间倒圆角 R10，如图 14-21 所示。

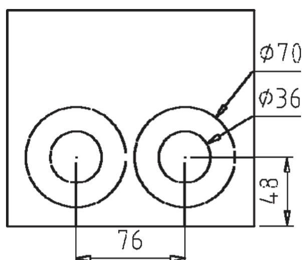


图 14-20 绘制圆

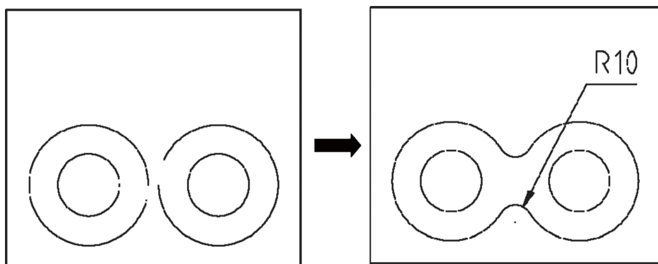


图 14-21 倒圆角

7）执行“面域”命令（reg），将刚才绘制的图形执行面域操作；单击“实体”选项卡，在“布尔”面板中单击“差集”工具按钮，单击外面的面域，确定，再单击里面的两个面域，确定，将面域求差，如图 14-22 所示。

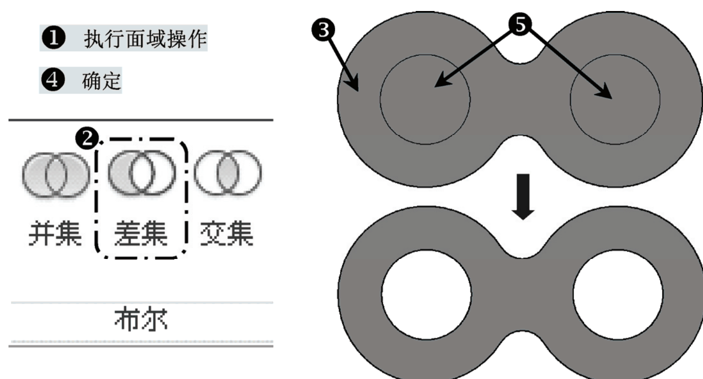


图 14-22　面域求差

8）将“视图”转换到“西南等轴测”；单击“实体”选项卡，在“实体”面板中单击“拉伸”工具按钮，单击刚才创建的面域，向左下方拉伸，拉伸高度为 4，如图 14-23 所示。

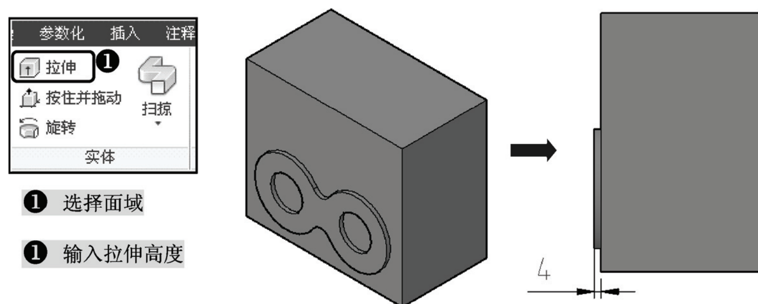


图 14-23　拉伸面域

9）单击“实体”选项卡，在“基本”面板中单击“圆柱体”工具按钮，提示指定中心点，单击选择刚才绘制的凸台上面的圆心，以此为中心点，输入直径“36”，向右上方拉伸“100”；重复“圆柱体”命令，在另一个圆心绘制一个同样的圆柱体；执行“差集”命令，选择箱体，确定，再选择刚才绘制的两个圆柱体，确定，如图 14-24 所示。

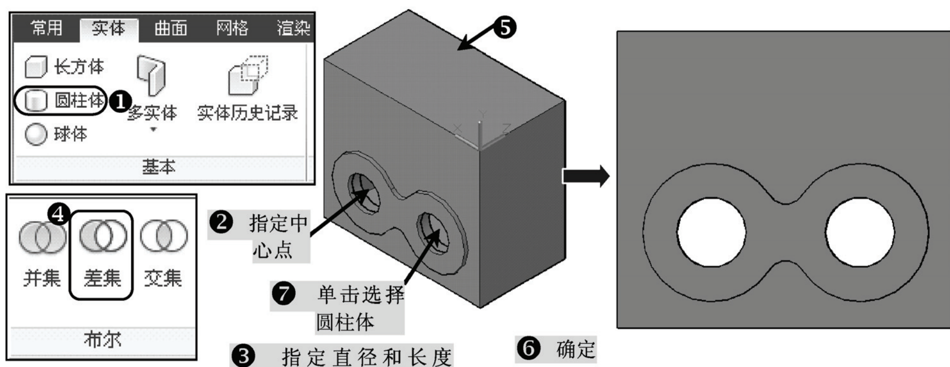


图 14-24　箱体差集 1

10）将“视图”转换到“右视图”；以求差出现的两个圆孔中心点为中心，绘制两个Φ55×10 的圆柱体（拉伸方向指向箱体里面）；执行“差集”命令，将箱体和圆柱体执行差集操作，如图 14–25 所示。

11）将“视图”转换到“西南等轴测”；执行“圆柱体”命令，在箱体顶部长方形面右下方边的中点位置绘制一个Φ54×44 的圆柱体（拉伸方向指向正上方）；重复执行“圆柱体”命令，在刚才绘制的圆柱体顶端圆心位置绘制一个Φ114×16 的圆柱体（拉伸方向指向正上方）；执行“并集”命令，将刚才绘制的两个圆柱体并集；执行“移动”命令（M）将刚才并集的图形向左上方移动 48；执行“并集”命令，将所有图形并集，如图 14–26 所示。

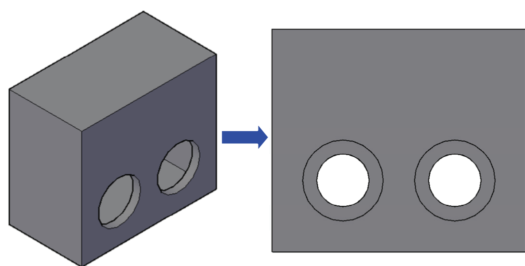


图 14–25　箱体差集 2

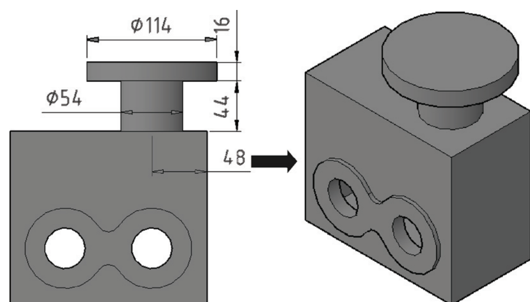


图 14–26　创建圆柱体

12）执行“圆”命令（c），在刚才绘制的圆柱体顶端中心绘制一个Φ84 的圆；并在圆心位置执行“构造线”命令（xl），绘制一条角度为 45° 的构造线；执行“圆柱体”命令，在圆与构造线角点处绘制一个Φ12×20 的圆柱体（拉伸方向指向正下方）；执行“阵列”命令（ar），选择刚才绘制的圆柱体，绕圆心阵列，阵列个数为 4 个；执行“打散”命令（X），将刚才阵列的图形打散；执行“差集”命令，选择箱体图形，确定，再选择 4 个圆柱体，确定，执行差集操作。执行“删除”命令（e），删除多余线条，如图 14–27 所示。

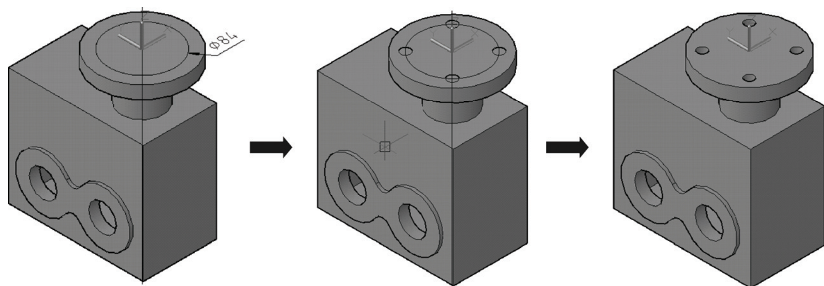


图 14–27　绘制四个小孔

13）依照前面的操作步骤，在箱体的底面中心位置绘制一个类似的图形（172×93×150 的长方形的中心位置、Φ54×50、Φ114×16、4 个Φ12×16 小孔），如图 14–28 所示。

14）继续执行“圆柱体”命令，在刚才绘制的Φ114×16 圆柱体顶端的圆心位置绘制一个Φ36×100 的圆柱体（拉伸方向指向箱体内部）；执行“差集”命令，进行差集操作。在箱体顶部Φ114×16 圆柱体顶端圆心位置进行同样的操作，如图 14–29 所示。

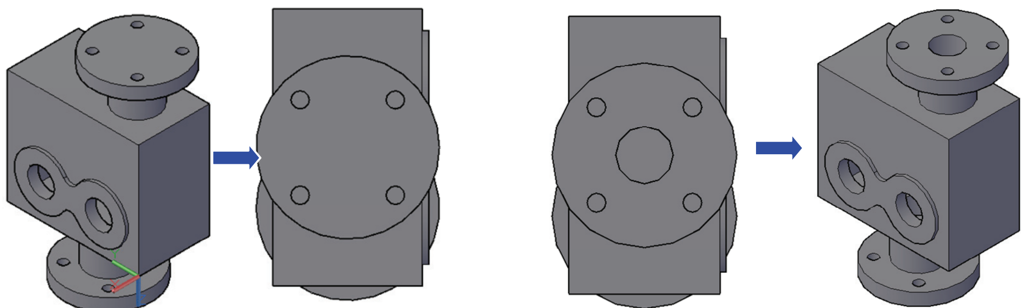


图 14-28　箱体底部操作　　　　图 14-29　差集

15）单击“实体”选项卡，在“实体编辑”面板中单击“剖切”工具按钮，选择箱体，确定，选择“三点（3）”选项，选择如图所示三个点，选择“保留两个侧面”选项，对箱体进行剖切；新建一个图层“2”，将一半箱体放到“2”图层，并关闭“2”图层；利用“动态观察”，转换视角；单击“实体”选项卡，在“实体编辑”面板中单击“对边加圆角”命令（实体倒角），按图示尺寸倒圆角，如图 14-30 所示。

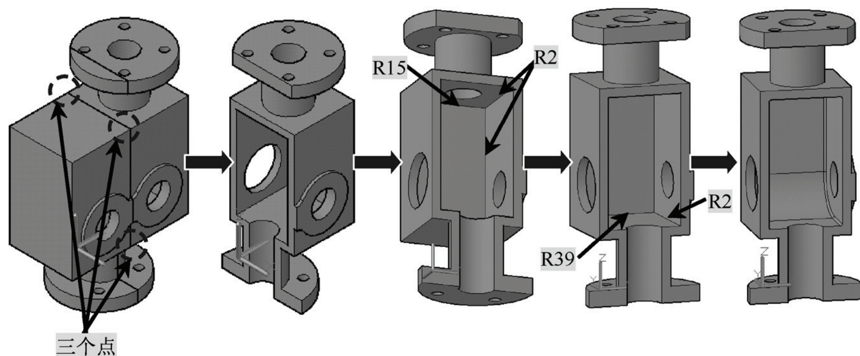


图 14-30　倒圆角

16）打开“2”图层，将“2”图层置换到当前图层，关闭“1”图层（刚才绘图的图层）；将箱体的另一半进行倒圆角，倒圆角尺寸参照上一步；倒圆角完成后，打开“1”图层，将“2”图层中的图放到“1”图层，将“1”图层置换为当前图层；执行“并集”命令，将箱体的两半进行并集操作；将箱体底部两处进行倒角 R48，如图 14-31 所示。

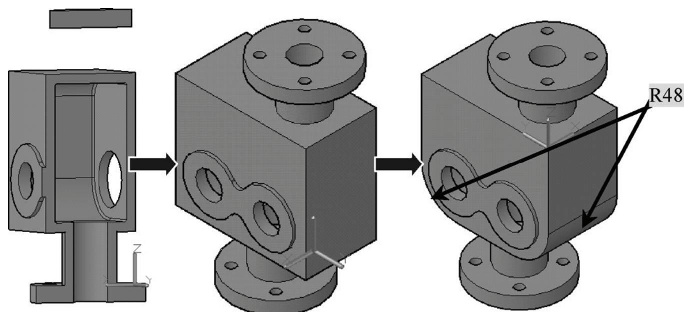


图 14-31　并集和倒圆角

17）执行“直线”命令（l），依照图示点，绘制一条直线，执行“复制”命令（co），将该直线向两边各复制一条，距离 4.5，删除绘制的直线；执行“圆”命令（c），以图示位绘制两个同心圆（Φ54 和Φ114）；重复“圆”命令（c），以上一步倒角 R48 的圆心为圆心，绘制一个Φ96 的圆，执行“移动”命令（m），依照图 14-32 所示方向将该圆移动 42；再执行“复制”命令（co），依照图 14-32 所示方向复制一个圆，距离 9；执行“直线”命令（l），以Φ114 和刚才复制的直线的交点为起点，绘制一条直线，端点在Φ96 的切点上。重复“直线”命令（l），绘制另一条，如图 14-32 所示。

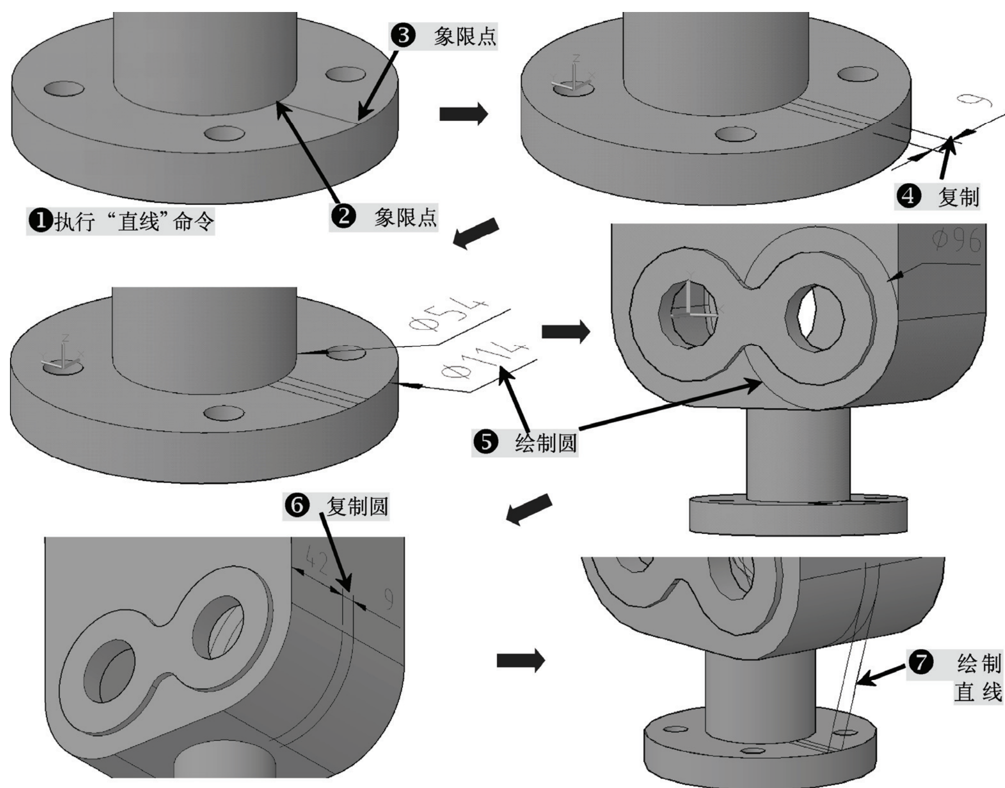


图 14-32 绘制线条

18）将实体转换到“2”图层，关闭“2”图层；拉伸上一步复制的两条线条，使之与Φ54 圆相交；执行“直线”命令（l），以刚才拉伸的直线与Φ54 圆交点为起点，向上绘制两条与 z 轴平行的直线；以Φ96 圆下象限点，为起点，向左上绘制两条与 x 轴平行的直线，与刚才绘制的直线相交；执行“修剪”命令（tr），再执行“删除”命令（e），修剪删除掉多余的线条（可利用“合并单元”命令，且注意转换“用户坐标系”，因为，对于二维，只能在 xy 平面上操作）；执行“直线”命令（l），连接直线段，如图 14-33 所示。

19）单击“曲面”选项卡，在“创建”面板中单击“网络”工具按钮，提示沿第一个方向的曲线或曲面边，单击图中线 1，线 2，确定，提示沿第二个方向的曲线或曲面边，单击图中线 3，线 4，确定，网络曲面绘制完成，如图 14-34 所示。

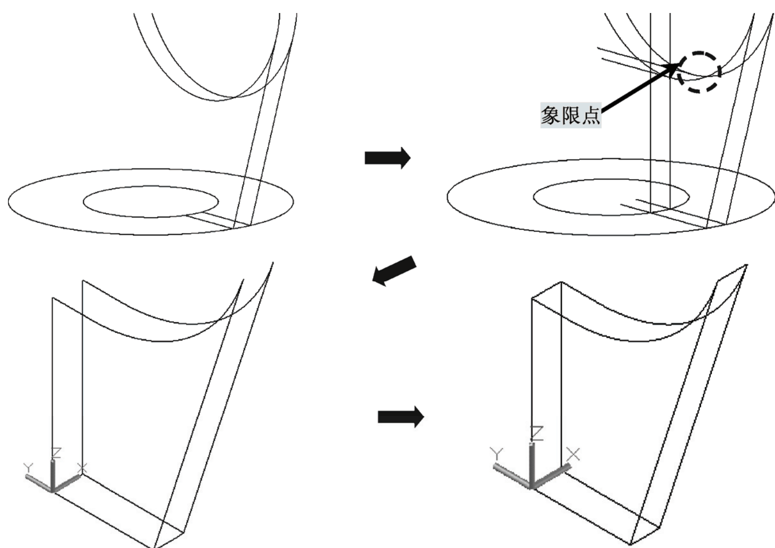


图 14-33　修剪线条

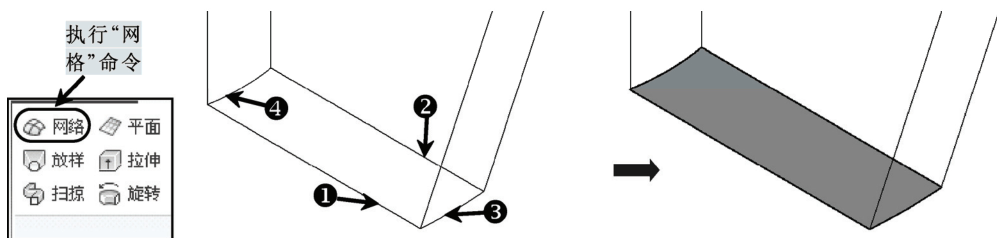


图 14-34　网络曲面操作 1

20）重复“网络”命令操作，将其他四个面进行网络曲面操作（左视方向的面不操作，顶端的线条是两条线段组成，需先用“合并”命令‘J’将他们合并成一条多段线）；执行“并集”命令，将刚才绘制的曲面并集操作，如图 14-35 所示。

21）执行“正方体”命令，以图形左下方向的顶点为起点，绘制一个立方体（立方体需超出并集的曲面盒子）；执行“剖切”命令，选择绘制的立方体，选择“曲面”选项，进行剖切；执行“删除”命令（e），将建立的曲面删除，如图 14-36 所示。

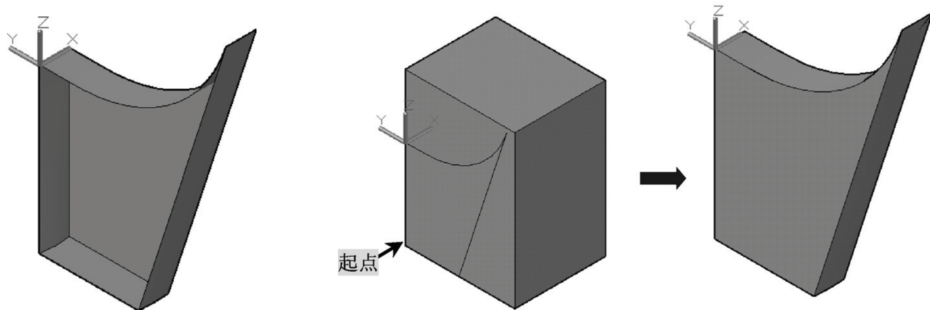


图 14-35　网络曲面操作 2　　　　图 14-36　绘制实体

22）打开“2”图层，将箱体转换到“1”图层；执行“镜像”命令（mi），将刚才绘制的实体镜像到圆心的另一边（镜像时注意用户坐标系）；执行“并集”命令，将它们进行并集操作，如图 14-37 所示。

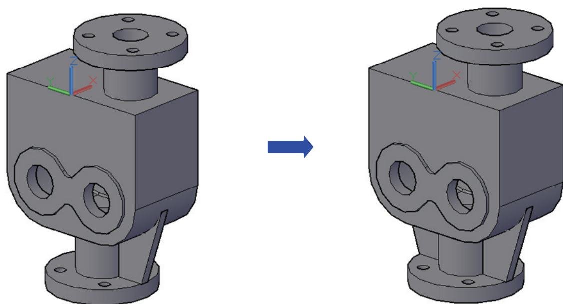


图 14-37 绘制实体并并集

23）单击“实体”选项卡，在“实体编辑”面板中单击“对边加圆角”命令（实体倒角），按图示尺寸倒圆角，如图 14-38 所示。

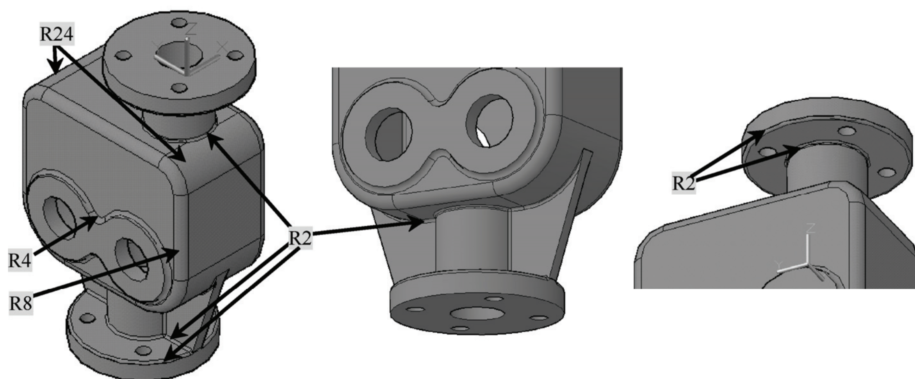


图 14-38 实体到圆角

24）至此，该图形已经绘制完成，如图 14-39 所示。再按〈Ctrl+S〉组合键保存该文件。

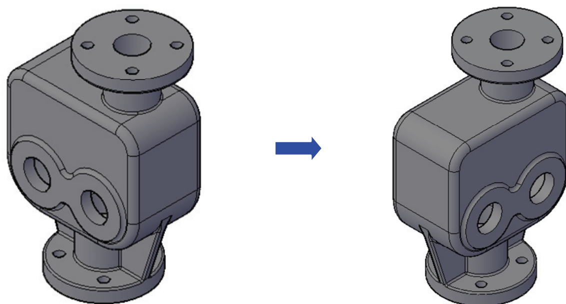


图 14-39 最终图

在线互动交流平台

官方微博：http://weibo.com/cmpjsj
豆 瓣 网：http://site.douban.com/139085/
读者信箱：cmp_itbook@163.com

AutoCAD Mechanical 机械设计从入门到精通






SolidWorks系列
AutoCAD系列
Creo系列
UG系列
CATIA系列
MATLAB系列
ANSYS系列
Mastercam系列

AutoCAD系列已出版

- AutoCAD Mechanical机械设计从入门到精通
- AutoCAD 2016辅助设计从入门到精通 第2版
- AutoCAD 2014 中文版从入门到精通
- AutoCAD 2015 完全自学手册
- CAXA 2013 电子图板从入门到精通
- AutoCAD 2014 电气设计从入门到精通
- AutoCAD 2014 机械设计完全自学手册 第2版
- AutoCAD 2014 中文版机械设计基础与实战 第5版
- AutoCAD 2014 中文版入门·进阶·精通 第3版
- AutoCAD 2013 机械设计与工程应用从入门到精通
- TArch 8.5 天正建筑设计与工程应用案例精粹 第2版
- AutoCAD 2012 室内装潢设计与工程应用从入门到精通
- AutoCAD 2012 建筑与室内装饰设计实例精解 第2版
- AutoCAD 2012 注塑模具布局与结构设计
- AutoCAD 2012 机械设计实例解析 第3版
- AutoCAD 2012 机械设计完全自学手册
- AutoCAD 2012 中文版机械设计基础与实战 第4版
- AutoCAD 2012 中文版入门·进阶·精通 第2版
- AutoCAD 2011 建筑制图与室内工程制图精粹 第2版
- AutoCAD 2010 机械设计实例解析 第2版
- AutoCAD 2010 中文版机械设计基础与实战 第3版
- AutoCAD 2010 中文版入门·进阶·精通

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金 书 网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版


机械工业出版社
微信公众号


计算机分社微信服务号

上架指导 计算机/辅助设计

ISBN 978-7-111-50433-7

策划编辑◎张淑谦 / 封面设计◎





定价：75.00元（含1DVD）